

**D O N A C I O N**  
"TESIS DONADA POR LA  
BIBLIOTECA CENTRAL U.N.A.M.  
PARA USO EXCLUSIVO DE BIBLIOTECAS"

03043

236268

6

Lej

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

UNIDAD ACADÉMICA DE LOS CICLOS PROFESIONALES Y  
DE POSGRADO

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN MATEMÁTICAS  
APLICADAS Y EN SISTEMAS

***RELACIÓN ENTRE ENFERMEDADES RESPIRATORIAS Y  
NIVELES DE CONTAMINACIÓN EN TRES HOSPITALES  
DEL IMMS***

TESINA

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE

**ESPECIALIZACIÓN EN ESTADÍSTICA APLICADA**

PRESENTA

***MAT. MARTHA MARÍA TÉLLEZ ROJO SOLÍS***

BAJO LA SUPERVISIÓN DE  
***DRA. SILVIA RUIZ VELASCO ACOSTA***

México D.F., abril 1e 1996.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

## AGRADECIMIENTOS

En primera instancia quisiera agradecer a la Universidad Nacional Autónoma de México, y en particular a todo el personal Departamento de Estadística del IIMAS, a quienes les debo toda mi formación y gusto por la Estadística, que no sólo me llevaron a concluir el programa de la especialización, sino que también me motivaron a continuar con la maestría.

También quisiera agradecer al Instituto Nacional de Salud Pública, y en particular al Dr. Mauricio Hernández y a la Dra. Isabelle Romieu, quienes me han introducido a esta área de aplicación de la Estadística y quienes de hecho, propusieron esta investigación.

A Silvia Ruiz-Velasco, con mi más profundo respeto y admiración no sólo por su calidad y dedicación académica, que afortunadamente he podido disfrutar; sino también por su invaluable calidad humana que me ha apoyado, ayudado y motivado un sin número de veces. Mil gracias!

Al héroe que me aguanta día a día y con quien comparto la aventura de la vida, Salvador.

**D O N A C I O N**  
 "TESIS DONADA POR LA  
 BIBLIOTECA CENTRAL U.N.A.M.  
 PARA USO EXCLUSIVO DE BIBLIOTECAS"

# CONTENIDO

<b>INTRODUCCION</b>	<b>2</b>
<b>1 EL MODELO DE REGRESION POISSON</b>	<b>4</b>
1.1 Introducción . . . . .	4
1.2 Regresión Poisson General . . . . .	5
1.3 Regresión Loglineal Poisson . . . . .	7
<b>2 PRESENTACION DEL ESTUDIO</b>	<b>10</b>
2.1 Descripción . . . . .	10
2.2 Metodología de Análisis . . . . .	13
<b>3 EL ANALISIS</b>	<b>16</b>
3.1 Algunos Datos Descriptivos . . . . .	16
3.2 El Análisis por Hospital sobre Toda la Muestra . . . . .	19
3.2.1 Conclusiones . . . . .	20
3.3 Análisis sobre el Grupo Infantil . . . . .	24
3.3.1 Comparativo por Zona . . . . .	25
3.3.2 Las Tres Zonas . . . . .	27
3.4 Análisis Incluyendo Partículas Suspendidas . . . . .	28
3.4.1 Análisis sobre Toda la Muestra . . . . .	28
3.4.2 Análisis sobre el Grupo Infantil . . . . .	29
3.5 Posibles Extensiones . . . . .	30
<b>Apéndice de gráficas</b>	<b>31</b>
<b>Apéndice de tablas</b>	<b>44</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>58</b>

# INTRODUCCION

Como respuesta al grave problema ambiental que vive la Ciudad de México, el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) junto con el Instituto Nacional de Salud Pública recopilaron información de tres hospitales de especialidades del Distrito Federal con el objeto de estudiar estadísticamente ciertos aspectos de este problema. Durante el período comprendido entre diciembre de 1992 y diciembre de 1993, se recopiló información sobre las consultas presentadas en las clínicas del IMSS de las zonas del Pedregal, Merced y Cerro de la Estrella. En primer término se registró el número de visitas diarias por enfermedad diagnosticada utilizando códigos de la Organización Mundial de la Salud; paralelamente, se obtuvieron de la Red de Monitoreo Ambiental de la Ciudad de México, niveles de algunos contaminantes de interés alcanzados el día de la visita, así como 24 y 48 horas antes del evento, entre los que destacan Ozono ( $O_3$ ), Bióxido de Azufre ( $SO_2$ ), Bióxido de Nitrógeno ( $NO_2$ ) y Monóxido de Carbono ( $CO$ ); fecha y día de la semana de la consulta, sexo y edad del paciente, tipo de servicio demandado (urgencias o medicina familiar), temperatura máxima y la de las 8:00 AM del día de la visita, etc.

El objetivo del estudio consistió en tratar de establecer la relación entre los niveles de estos contaminantes y el número de consultas por problemas respiratorios en los hospitales antes mencionados; tratando de cuantificar estadísticamente el impacto que tiene el problema ambiental sobre la salud de la población. Este objetivo dicho de una manera tan general se pretendió alcanzar sobre toda la población y en particular sobre la población infantil de las zonas estudiadas, ya que desde el punto de vista epidemiológico, se considera que la población infantil muestra un comportamiento diferente ante este riesgo ambiental que el resto de la población.

Puesto que dispusimos de información de las zonas suroeste, centro y sureste de la Ciudad de México, se pudo hacer un análisis por zona así como un análisis

comparativo entre ellas; pero además, pensando en alcanzar un nivel más alto de generalidad, se conjuntaron las tres bases disponibles y se conformó un estudio en el que se ajustó estadísticamente el efecto de la zona, lo que condujo a resultados interesantes a nivel “ciudad”.

El tipo de datos con los que se trabajó, conocido como “Estadísticas Vitales”, se recopilan de manera sistemática con fines administrativos más que de investigación, por lo que no se pueden realizar modificaciones y esto puede repercutir en la calidad, de la información, no obstante se trató de hacer el mejor uso de ella aun cuando se encontraron algunas lagunas metodológicas que sólo pudimos reportar, dentro de las que destacan principalmente tres. Primero, de haberse incluido hospitales de la zona norte y sur de la ciudad, hubiéramos cubierto los principales puntos cardinales del Distrito Federal y el grado de validez externa del estudio hubiera aumentado de manera importante. Segundo, se detectó un lapso de casi tres meses (del 23 de abril al 19 de julio) en el que no se llevó al cabo el registro correspondiente en el hospital del Pedregal e ignoramos la causa. Por último, dado el volumen de la información, en ningún consultorio se capturó la hora en que ocurrió la visita, sin embargo, esta variable nos hubiera permitido tener mayor precisión en cuanto a los factores de riesgo que estuvo expuesto el paciente.

El capítulo 1 de esta tesina expone brevemente las técnicas de Regresión Poisson y Regresión Loglineal Poisson, utilizadas ampliamente a lo largo de todo el trabajo. El capítulo 2 titulado “*Presentación del estudio*” describe de una manera muy detallada la forma cómo se estructuró el estudio, las variables registradas y la forma en que se planeó llevar a cabo el análisis. En el capítulo 3 que lleva por título “*El Análisis*”, se muestran algunos datos a nivel descriptivo y los resultados obtenidos, así como su interpretación y conclusiones del trabajo. Por último se exponen posibles extensiones hacia donde se podría continuar esta investigación.

Cabe señalar que todo el trabajo estadístico realizado en esta tesina fue llevado al cabo con el paquete *STATA* con licencia del Instituto Nacional del Salud Pública.

# CAPITULO 1

## EL MODELO DE REGRESION POISSON

### 1.1 Introducción

En diversas situaciones de la vida cotidiana, nos encontramos ante la necesidad de modelar un fenómeno de tipo causal, es decir, contamos con un conjunto de variables que consideramos son la “causa” o “explicación” del objeto de estudio, el cual cuantificamos a través de una variable “respuesta” o “dependiente”. Atendiendo a la escala de medición de las variables que tengamos en cada uno de estos grupos y su distribución probabilística, deberemos escoger la técnica más adecuada de análisis. Por ejemplo, si tanto las variables explicativas como la dependiente son cuantitativas, una posibilidad sería usar las técnicas que estudian los Modelos Estadísticos Lineales; si además supiéramos que la variable respuesta sigue un comportamiento probabilístico normal, entonces podríamos proponer la ampliamente conocida técnica de Regresión Lineal. Para el caso de tener una variable de respuesta nominal como consecuencia de variables continuas, una técnica plausible podría ser el Análisis Discriminante y así sucesivamente; pero, ¿qué hacer cuando tenemos variables de conteo como respuesta del fenómeno bajo estudio, es decir, cuando nuestra respuesta sigue un comportamiento probabilístico de tipo Poisson?

Esta pregunta surge ante la necesidad de analizar problemas de la vida real que



están relacionados con conteos y que aparecen en diversos campos del conocimiento. Por ejemplo, al estudiar la proliferación de colonias de bacterias o virus que se desarrollan bajo diferentes condiciones experimentales; cuando tratamos de controlar un sistema de producción y contamos el número de fallas o accidentes de un equipo bajo condiciones de operación alternativas; al tratar de estimar tasas de mortalidad, morbilidad o incidencia de algún tipo de enfermedad sobre diferentes condiciones de vida de los individuos, tales como situación demográfica, geográfica, sanitaria, etc. Y en particular al atacar el problema que nos interesa, modelar el efecto de los altos niveles de contaminación en la ciudad de México sobre el número de visitas médicas que ocurren en diferentes hospitales, donde la variable respuesta de tipo Poisson sería el número de consultas por enfermedad y las variables independientes, los niveles alcanzados por los principales contaminantes el día de la visita o el día anterior, la temperatura, época del año, etc.

Una alternativa que se ha usado en diversas ocasiones consiste en transformar la variable de conteo para normalizarla, sin embargo el éxito de esto depende del parámetro de la distribución Poisson de que se trate, entre más lejano a cero se encuentre, la técnica funcionará mejor; por ello, se decidió utilizar una técnica diseñada especialmente para el tipo de comportamiento probabilístico de nuestra variable respuesta y que se explica a continuación.

## 1.2 Regresión Poisson General

Para poder establecer una relación funcional que nos permita asociar los conteos observados de una distribución Poisson con las respectivas variables explicativas, debemos primero establecer un modelo teórico que describa esta asociación, para después expresarlo en términos muestrales. En este punto es importante señalar que se espera que el lector esté familiarizado con esta distribución, no obstante por completez, recordaremos su expresión probabilística.

Si  $X$  es una variable aleatoria Poisson con media  $\mu$ , entonces

$$P[X = x] = \frac{e^{-\mu} \mu^x}{x!} \text{ con } x = 0, 1, \dots$$

la cual tiene la interesante propiedad de que su varianza es exactamente igual a su media,  $\mu$ .

La forma más general de una Regresión Poisson es la siguiente:

$$\mu(\underline{x}) = \{N(\underline{x})\} \{g(\underline{\beta} | \underline{x})\}$$

donde

- $\mu(\underline{x})$  : representa el valor esperado del número de eventos  $n(\underline{x})$  de la subpoblación correspondiente al vector conocido  $\underline{x} = (x_1, x_2, \dots, x_t)'$  de los valores de las  $t$  variables explicativas.
- $N(\underline{x})$  : total (conocido o relativo) de individuos expuestos al riesgo que produjeron los eventos ocurridos.
- $g(\cdot)$  : forma funcional conocida que especifica la relación entre la media de los eventos ocurridos y el total de individuos expuestos

$$g(\underline{\beta} | \underline{x}) = \frac{\mu(\underline{x})}{N(\underline{x})}$$

- y por último, el vector de parámetros (desconocidos) no redundantes  $\underline{\beta} = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_s)'$ .

Cabe señalar que en caso de que hubiera variables explicativas sobrantes, en el sentido de que el fenómeno pudiese ser explicado con la misma calidad pero utilizando un número menor de variables, entonces el número de parámetros requeridos en el modelo no será  $t$  sino de un número menor que llamaremos  $s$ .

Se han estudiado ampliamente las formas de estimación de estos parámetros bajo el supuesto de que los conteos  $n(\underline{x})$  siguen distribuciones Poisson independientes para cada respectiva  $\underline{x}_i$  y las situaciones bajo las cuales los métodos de máxima verosimilitud, mínima  $\chi^2$  y mínimos cuadrados ponderados conducen a resultados equivalentes.

En particular, máxima verosimilitud es una técnica que produce estimadores con importantes propiedades estadísticas que los han convertido en la opción más usada e implementada en los paquetes de cómputo; puesto que éste será el método que se usará en este trabajo, vale la pena recordar algunas de sus principales bondades. Los estimadores máximo-verosímiles calculados a partir de una muestra aleatoria de observaciones independientes e idénticamente distribuídas son asintóticamente normales, asintóticamente insesgados y con varianza igual al recíproco de la Información de Fisher. (Ver [1]).

Cuando la relación funcional  $g(\cdot)$  es en particular de la forma  $\exp(\underline{x}\beta)$ , se da origen a un tipo de Regresión Poisson muy utilizada denominada Regresión Loglineal Poisson, y que será el motivo de estudio de la siguiente sección.

### 1.3 Regresión Loglineal Poisson

Inicialmente, quisiéramos presentar el modelo teórico que nos ocupa y algunas consideraciones generales, con el objeto de establecer un lenguaje y notación común; así, cuando planteemos el problema práctico que dió origen a este trabajo, podremos ubicarlo dentro de este contexto.

La forma particular de este modelo es la siguiente:

$$\mu(\underline{x}) = \{N(\underline{x})\}\{\exp(\underline{x}\beta)\}$$

para conteos  $n(\underline{x})$  que sigan una distribución Poisson independiente entre las  $\underline{x}_i$ . Como ya se mencionó, se denotará por  $s$  al número de variables no redundantes en el modelo en el sentido antes descrito, de tal manera que la función de verosimilitud para la muestra de conteos aleatorios  $n_1, n_2, \dots, n_k$  de  $k$  observaciones independientes está dada por

$$\phi(\underline{n} | \underline{\mu}) = \prod_{i=1}^k \frac{\mu_i^{n_i} \{\exp(-\mu_i)\}}{n_i!}$$

con  $\underline{n} = (n_1, n_2, \dots, n_k)'$  y  $\underline{\mu} = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_k)'$  donde  $n_i = n(\underline{x}_i)$  y  $\mu_i = \mu(\underline{x}_i)$  respectivamente.

Los estimadores máximo-verosímiles de los parámetros  $\beta_i$  denotados por  $\widehat{\beta}_i$  de este modelo loglineal, se encuentran al resolver un sistema de ecuaciones no lineales

que surge de un procedimiento compuesto por varios pasos. Primero, se sustituye  $N_i[\exp(x_i'\beta)]$  por  $\mu_i$  en la función de máxima verosimilitud; posteriormente se diferencia  $\ln(\phi)$  con respecto a  $\beta$  y por último, se iguala a 0 el resultado. El sistema de ecuaciones final tiene la forma:

$$X'\underline{n} = X'\underline{\hat{\mu}} = X' \{D_N[\exp(X\hat{\beta})]\}$$

donde  $X = [\underline{x}_1, \underline{x}_2, \dots, \underline{x}_k]'$  es la matriz que resume la información de las  $s$  variables no redundantes en las  $k$  observaciones, dando lugar a una matriz de dimensión  $k \times s$ ;  $D_N$  es una matriz diagonal cuyas entradas en la diagonal principal contienen al vector  $\underline{N}$  y que en los sucesivos se denotará por  $diag\{N_1, N_2, \dots, N_s\}$  y  $\exp$  denota la operación que exponencia los elementos del vector  $X\hat{\beta}$ .

Lo más común es que este sistema no tenga una solución explícita, por lo que se requiere de métodos iterativos para poder encontrar el vector  $\hat{\beta}$ , dando lugar a la posibilidad de que los métodos no converjan y no sea posible encontrar esta estimación. No obstante, cuando se presentan las siguientes situaciones generales, este proceso se comporta adecuadamente y no tiene problemas de convergencia.

1. La matriz  $X$  no es redundante en el sentido de que la submatriz  $\tilde{X}$  correspondiente a las observaciones donde el conteo registrado es mayor que cero, sea de rango completo.
2. El modelo da un buen ajuste a los datos, es decir, los residuos entre los valores observados y esperados ( $\underline{n} - \underline{\mu}$ ) son pequeños y no correlacionados.
3. Los conteos  $\underline{n}$  son suficientemente grandes para que la función lineal  $X'\underline{n}$  se comporte aproximadamente como una distribución normal multivariada.

Estas condiciones se consideran necesarias para que el modelo sea razonable, pero además, los puntos 2. y 3. sientan las bases para que la distribución muestral de  $\hat{\beta}$  pueda considerarse aproximadamente como una normal multivariada y que su matriz de varianzas y covarianzas pueda estimarse a través de la estadística consistente  $\widehat{V}(\hat{\beta}) = (X'D_{\hat{\mu}}X)^{-1}$  lo que nos permite encontrar regiones de confianza para el estimador en cuestión.

Dentro de este marco, nuestro problema quedaría expresado entonces como

$$\text{consultas} = \exp\{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_s X_s\} = \prod_{i=1}^s \exp\{\beta_i X_i\}$$

donde  $X_i$  representa las variables independientes consideradas, tales como niveles de contaminantes, temperatura, época del año, etc., de tal suerte que

$$\exp\{\beta_i\} = \frac{\exp\{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_i (X_i + 1) + \dots + \beta_s X_s\}}{\exp\{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_s X_s\}}$$

se interpreta como la proporción entre el número de consultas esperadas cuando la  $i$ -ésima variable independiente se incrementó en una unidad con respecto a aquéllas que se hubieran esperado sin ese incremento, manteniendo las otras variables independientes constantes; es decir,  $e^{\beta_i}$  cuantifica el efecto unitario que tiene la  $i$ -ésima variable sobre la respuesta, en presencia constante de las variables restantes, lo que desde el punto de vista epidemiológico, puede interpretarse como un parámetro de riesgo al factor de exposición, cosa que lo hace sumamente atractivo.

Como en el proceso de estimación de estos parámetros, se utilizó fuertemente el supuesto de independencia en las observaciones, al construir la función de verosimilitud como el producto de las densidades marginales, es importante que este punto se justifique en un problema concreto. Así, en nuestro estudio, pensamos que el número de consultas de primera vez que se presentaron por enfermedad en un día determinado se debe fundamentalmente al problema de la contaminación ambiental, de tal manera que la alta correlación que existe en estas observaciones en días consecutivos se explica por la alta asociación entre los contaminantes, la temperatura y todas las variables que se incluyeron en el análisis, quedando así justificado el punto de la independencia. Esto excluye situaciones extremas como epidemias, posibles fuentes locales que pudieran incrementar el riesgo como fábricas altamente contaminantes, etc., sin embargo supusimos que el tamaño de la población bajo estudio es tan grande, que diluye este tipo de efectos.

Después de esta breve exposición del modelo teórico que utilizaremos en este estudio y la idea de cómo se usará, procederemos a exponer con mayor detalles el problema que motivó este trabajo, las condiciones en que se realizó y el análisis propuesto.

## **CAPITULO 2**

# **PRESENTACION DEL ESTUDIO**

### **2.1 Descripción**

La contaminación ambiental en la ciudad de México entre otras grandes ciudades, es uno de los principales problemas que afronta nuestro país desde hace algunas décadas. Esto ha motivado el interés de importantes grupos de investigadores en diversas áreas del conocimiento, que buscan determinar o cuantificar los efectos que esto tendrá a mediano y largo plazo sobre los habitantes de estas grandes metrópolis. En particular, las ciencias de la salud se encuentran profundamente involucradas en este problema tratando de modelar los riesgos y consecuencias sobre la salud de los individuos, muy especialmente en aquellas enfermedades relacionadas con las vías respiratorias, las cuales son las primeras, pero desgraciadamente no las únicas, que resultan directamente afectadas por la calidad del aire que respiramos.

Tratando de cuantificar la magnitud de estos efectos, durante el año de 1993, el Instituto Mexicano del Seguro Social junto con un grupo de investigadores del Instituto Nacional de Salud Pública, llevaron al cabo una investigación en tres zonas de la Ciudad de México: Merced, Pedregal y Cerro de la Estrella. El estudio consistió en registrar el número de visitas ocurridas por enfermedades respiratorias en los servicios de medicina familiar y urgencias en algunos hospitales y unidades

de medicina familiar (clínicas) del IMSS ubicados estas zonas, lo cual significa que los derechohabientes a cada unidad médica tienen su vivienda en los alrededores de la misma, de tal suerte que cada hospital capta únicamente a los habitantes de zonas cercanas. Puesto que estas áreas se encuentran en el centro, suroeste y sureste del Distrito Federal respectivamente, se consideró que el problema ambiental podría afectar de manera diferente en cada una de ellas, así que, con el objeto de obtener una mejor información de la exposición de cada zona, se recurrió a la estación de monitoreo ambiental más cercana a cada una de ellas, y se registraron los niveles de contaminación alcanzados en el día de la visita al hospital, uno y dos días antes.

En cada una de las visitas contabilizadas, se extrajo la información que se consideró indispensable para llevar al cabo el análisis. La enfermedad diagnosticada al paciente, sexo, edad, temperatura máxima del día de la visita, temperatura a las 8:00 AM, fecha y día de la semana de la consulta, tipo de servicio demandado (medicina familiar, o urgencias) y si la visita era o no de primera vez.

Los diagnósticos se registraron de acuerdo al código internacional de enfermedades, con la intención de evitar cualquier sesgo que pudiera provocar el trabajar con el nombre común. Los padecimientos incluidos en el estudio fueron los siguientes:

- 460 Rinofaringitis aguda (resfrío común).
- 461 Sinusitis aguda.
- 462 Faringitis aguda.
- 463 Amigdalitis aguda.
- 465 Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores de localización múltiple o no especificada.
- 466 Bronquitis y Broncolitis aguda.
- 477 Rinitis alérgica.
- 480 Neumonía vírica.
- 481 Neumonía neumocócica.
- 482 Otras neumonías bacterianas.
- 483 Neumonía debida a otro microorganismo no especificado.
- 484 Neumonía en enfermedades infecciosas clasificadas en otra parte.
- 485 Bronconeumonía, organismo causal no especificado.

- 486 Neumonía, organismo causal no especificado.
- 487 Influenza.
- 490 Bronquitis no especificada como aguda ni como crónica.
- 491 Bronquitis crónica.
- 493 Asma.
- 495 Alveolitis alérgica extrínseca.
- 496 Obstrucción crónica de las vías respiratorias no clasificada en otra parte.

Estas enfermedades se clasificaron en dos grupos, atendiendo al tipo de padecimiento que se trataba: Infecciones Respiratorias Altas e Infecciones Respiratorias Bajas. El primer grupo se formó uniendo las visitas por rinofaringitis aguda (460), faringitis aguda (462) e infecciones agudas de las vías respiratorias superiores (465) y el segundo por la unión de bronquitis y broncolitis aguda (466), asma (493) y neumonía. Las enfermedades restantes, fueron eliminadas del estudio ya que se trataban de padecimientos muy poco frecuentes en la población, y que por la misma razón, se observaron tan pocas consultas que no se podía desarrollar algún análisis con ellos, ni se consideraron de interés.

En lo referente a los contaminantes estudiados, se consideraron inicialmente cuatro: máxima medición de ozono ( $O_3$ ) en una hora del día, promedio de 24 horas de bióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ), de monóxido de carbono ( $CO$ ) y de bióxido de azufre ( $SO_2$ ), de los cuales se eliminó  $CO$  por la inestabilidad que presenta en las mediciones, es decir, la medición puntual realizada en una estación de monitoreo no es confiable excepto en distancias muy pequeñas, por lo que resulta muy poco factible asignar dosis de exposición en áreas geográficas tan amplias como las utilizadas en este estudio. Para el  $O_3$ , el  $NO_2$  y el  $SO_2$  se analizaron dos tipos de efectos; primero, aquéllos que consisten en presentar un riesgo lineal a través de la distribución del contaminante, es decir, suponiendo que sus consecuencias son las mismas cuando se encuentra a niveles bajos, que cuando alcanza niveles altos, de tal suerte que se estima únicamente un incremento en el riesgo constante; en segundo lugar, se supuso que el riesgo se comporta de manera diferente según el nivel del contaminante, por lo que se propuso crear variables indicadoras para el nivel en que se encontraba cada contaminante el día de la consulta, los puntos de corte se definieron de acuerdo a los



cuartiles presentados en el monitor del Pedregal.

Finalmente pudimos obtener información sobre la cantidad de partículas suspendidas en el aire, con la limitante de que estos datos se midieron únicamente una vez a la semana, de tal suerte que los análisis en los cuales incluimos su influencia, tuvieron que llevarse al cabo en una base reducida, es decir, en lugar de tener un año de observaciones diarias, se tuvo que hacer sobre una base de un año pero con observaciones semanales, quedándonos con aproximadamente, una séptima parte de la base original.

## 2.2 Metodología de Análisis

Como hemos venido mencionando a lo largo de este trabajo, el objetivo fundamental del estudio consistió en modelar el incremento en el número de visitas a hospitales por infecciones respiratorias altas y bajas, como consecuencia de los altos índices de contaminación ambiental, estos últimos recabados de la estación de monitoreo más cercana al hospital o unidad de medicina familiar en que ocurrió la consulta. Puesto que nuestro estudio es de tipo observacional-causal con una variable de respuesta que refleja conteos, se decidió utilizar la técnica de Regresión Poisson descrita en el capítulo 1.

Asimismo, se pensó que el comportamiento del fenómeno podría ser distinto en el servicio de urgencias que en el de medicina familiar pues a diferencia de urgencias, en donde se demanda atención inmediata, el servicio de medicina familiar se presta a través de una cita solicitada en la mañana del día de la consulta, pudiéndose alcanzar situaciones como no obtener cita para el mismo día y tener que regresar al día siguiente y volver a hacer fila. Pensando que esto pudiera considerarse como un factor que pudiera alterar los resultados, se decidió crear una variable indicadora que reflejara el tipo de servicio utilizado y ajustar por ésta todos los análisis desarrollados. Por otra parte, tomando en cuenta que la temperatura es un factor importante en el desarrollo de padecimientos respiratorios, se pensó crear otra variable que indicara si el mes en que ocurrió la visita fue de calor o frío; así, esta variable indicadora y la temperatura a las 8:00 A.M. del día de la consulta, estuvieron siempre presentes en todos los modelos propuestos. Cabe señalar que se tuvo la opción de ajustar por la

variable “*temperatura mínima del día del evento*”, no obstante se prefirió utilizar la de las 8:00 A.M. porque presentó mayor correlación con la variable *tiempo* (número de día en que ocurrió la visita) lo que corrige el efecto de alguna posible tendencia.

Además, se ha observado que la contaminación ambiental sigue patrones diferentes en los días laborables que en los no laborables como resultado del cambio en la afluencia vehicular, lo que sugirió la necesidad de ajustar por una variable indicadora de este factor, que tomó el valor “1” si la consulta médica se presentó de lunes a viernes y “0” si ocurrió en fin de semana o día festivo, considerando como tales únicamente los días feriados oficiales o aquéllos en los que el flujo vehicular presenta cambios importantes: 1o. de enero, 21 de marzo, 1o. y 10 de mayo, 15 y 16 de septiembre, 2 y 20 de noviembre y 24, 25 y 31 de diciembre. Así, los modelos propuestos incluyeron esta serie de variables independientes que sólo toman valores 0 ó 1 conocidas como *dummies* o *indicadoras*, y cuyo parámetro  $\beta_i$  en el modelo se interpreta de manera análoga para el caso de variables continuas:  $\beta_i$  cuantifica el incremento que sufre la variable respuesta como consecuencia de pasar del nivel 0 al nivel 1 de la variable correspondiente en el caso en que las variables restantes se mantuvieran fijas, por ejemplo, el valor estimado del parámetro asociado a la variable indicadora de los días laborables (1) y no laborables (0) deberá interpretarse como el cambio porcentual o relativo en el número de consultas médicas en los días laborables con respecto a los no laborables, en relación a su población total.

Es importante recordar que por causas ajenas al grupo de investigadores, en la zona del Pedregal no se contabilizaron las consultas entre el 23 de abril y el 19 de julio, razón por la cual se tiene que tener cuidado al interpretar las frecuencias observadas en esta área en comparación con las restantes. Esto por supuesto, no afecta la relación entre los contaminantes y la respuesta excepto en la precisión de las estimaciones.

Dada la gran dificultad para modelar a los pacientes que siguen un tratamiento largo o que tienen padecimientos crónicos, causados posiblemente por otros factores ajenos al problema ambiental, se decidió centrar el análisis únicamente en los pacientes cuya visita era de primera vez, por lo que no se debe de olvidar que todas las conclusiones que se presenten en este trabajo, se limitan a esta subpoblación.

Por último, quisiera describir la forma como se estructuró el análisis que se pre-

sentará en el próximo capítulo.

- Como un primer paso, se realizó un análisis exploratorio de las variables.
- En segundo término, se desarrolló un análisis del efecto del ozono, del bióxido de nitrógeno y bióxido de azufre, al interior de cada uno de los hospitales, por lo que se presentan los resultados por separado.
- Posteriormente, esto se repitió únicamente en los niños menores de 14 años, por considerarse un grupo que se responde de manera diferente a los factores de riesgo.
- A continuación se reunió la información sobre la población infantil de los tres hospitales y se estudió el riesgo ocasionado por los contaminantes antes mencionados pero a nivel “ciudad”; para evitar perturbaciones en el análisis ocasionadas por el efecto intrínseco al “hospital”, se incluyeron variables indicadoras que lo ajustaran.
- Finalmente, se incluyeron las partículas suspendidas en la información de los tres hospitales juntos, para evitar tener una base demasiado pequeña, y se estudió su efecto junto con el ozono y el bióxido de nitrógeno; primero se llevó al cabo sobre los niños menores de 14 años y por último sobre toda la muestra.

## CAPITULO 3

### EL ANALISIS

#### 3.1 Algunos Datos Descriptivos

En esta sección presentaremos algunas tablas que resumen, a nivel descriptivo, la información analizada. Decidimos presentarla por hospital y a total, con el objeto de establecer un puente hacia la estructura del análisis que hicimos y que se presentará en este capítulo. Tomando en cuenta los factores de riesgo colaterales al problema ambiental, se decidió presentar esta información de acuerdo a los meses en que se presentaron las consultas, la edad del paciente y a total.

##### *HOSPITAL MERCED:*

##### *Infecciones Respiratorias Altas*

edad	nov.-feb.	marzo-oct.	total
menos de 14 años	3065	10843	13908
14 años o más	4387	16082	20469
total	7452	26925	34377

##### *Infecciones Respiratorias Bajas*

edad	nov.-feb.	marzo-oct.	total
menos de 14 años	48	220	268
14 años o más	130	521	651
total	178	741	919

*Total de ambos tipos de infecciones*

<b>edad</b>	<b>nov.-feb.</b>	<b>marzo-oct.</b>	<b>total</b>
menos de 14 años	3113	11063	14176
14 años o más	4517	16603	21120
total	7630	27666	35296

*HOSPITAL CERRO DE LA ESTRELLA:**Infecciones Respiratorias Altas*

<b>edad</b>	<b>nov.-feb.</b>	<b>marzo-oct.</b>	<b>total</b>
menos de 14 años	7403	10991	18394
14 años o más	10038	18182	28220
total	17441	29173	46614

*Infecciones Respiratorias Bajas*

<b>edad</b>	<b>nov.-feb.</b>	<b>marzo-oct.</b>	<b>total</b>
menos de 14 años	368	601	969
14 años o más	508	1147	1655
total	876	1748	2624

*Total de ambos tipos de infecciones*

<b>edad</b>	<b>nov.-feb.</b>	<b>marzo-oct.</b>	<b>total</b>
menos de 14 años	7771	11592	19363
14 años o más	10546	19329	29875
total	18317	30921	49238

*HOSPITAL PEDREGAL:**Infecciones Respiratorias Altas*

<b>edad</b>	<b>nov.-feb.</b>	<b>marzo-oct.</b>	<b>total</b>
menos de 14 años	10325	15365	25690
14 años o más	15512	24785	40297
total	25837	40150	65987

*Infecciones Respiratorias Bajas*

edad	nov.-feb.	marzo-oct.	total
menos de 14 años	341	486	827
14 años o más	748	1392	2140
total	1089	1878	2967

*Total de ambos tipos de infecciones*

edad	nov.-feb.	marzo-oct.	total
menos de 14 años	10666	15851	26517
14 años o más	16260	26177	42437
total	26926	42028	68954

*TOTAL DE LOS TRES HOSPITALES:**Infecciones Respiratorias Altas*

edad	nov.-feb.	marzo-oct.	total
menos de 14 años	20793	37199	57992
14 años o más	29937	59049	88986
total	50730	96248	146978

*Infecciones Respiratorias Bajas*

edad	nov.-feb.	marzo-oct.	total
menos de 14 años	757	1307	2064
14 años o más	1386	3060	4446
total	2143	4367	6510

*Total de ambos tipos de infecciones*

edad	nov.-feb.	marzo-oct.	total
menos de 14 años	21550	38506	60056
14 años o más	31323	62109	93432
total	52873	100615	153488

Es importante recordar una vez más que estas cifras no son directamente comparables, pues el hospital ubicado en la zona del Pedregal no registró las visitas

correspondientes a un período de casi tres meses, de tal suerte que sus frecuencias observadas en los meses de marzo-octubre están reducidas de una manera considerable. Este problema puede eliminarse simplemente si se trabaja con proporciones en lugar de las frecuencias observadas.

Asimismo se pensó incluir algunas gráficas que muestran el comportamiento de los contaminantes estudiados así como del número de visitas registrados durante el período de observación, donde destaca el incremento que se presenta durante los períodos más fríos del año. Ver apéndice de gráficas.

## **3.2 El Análisis por Hospital sobre Toda la Muestra**

En esta sección nos abocaremos a presentar e interpretar los análisis obtenidos del estudio de cada uno de los hospitales por separado, incluyendo todas las consultas presentadas para infecciones respiratorias altas y bajas.

En todos los casos, los modelos estudiados incluyeron el ajuste por los meses de calor-frío, día laborable-día festivo, ambos con las codificaciones antes descritas, temperatura a las 8:00 AM, tipo de servicio (medicina familiar-urgencia) y grupo de edad codificado como se describe con detalle en la siguiente sección; en lo referente a los contaminantes, en primera instancia se estudiaron sus efectos bajo el supuesto de tener riesgo lineal y posteriormente se estudiaron a través de la creación de variables indicadoras sobre el nivel observado, definiendo cuatro categorías obtenidas a partir de la división por cuartiles de los niveles registrados en el monitor de Pedregal. Además, a cada una de las visitas registradas, se le relacionó con los niveles de contaminación del mismo día de la visita, así como con aquéllos de uno y dos días antes, tratando de modelar el efecto rezagado que pueden ocasionar los altos niveles de polución. Desafortunadamente, no se acostumbra registrar la hora en que ocurrió la visita por lo que no podemos incluir el hecho de que los pacientes que asistieron al hospital durante la mañana, no estuvieron expuestos a los contaminantes del día de la visita, a diferencia de aquéllos cuya consulta ocurrió en la tarde-noche y su exposición a

los factores de riesgo estuvo presente a lo largo de todo el día. Para evitar que esto introduzca sesgos en el análisis, preferimos excluir los modelos que utilizan las mediciones del mismo día y partir de los contaminantes de un día antes donde todos los pacientes estuvieron bajo riesgo.

Así, para el modelo por cuartiles de, digamos, el efecto del ozono del día anterior a la visita, se cuentan con tres variables indicadoras; una, que es aquella que vale uno si el contaminante se encontró en el segundo cuartil y cero en otro caso; otra, que toma el valor uno para niveles en el tercer cuartil y cero si se ubicaron en cualquier otro y por último, la que es uno si el nivel se encontraba en el cuarto cuartil o de lo contrario tomó el valor cero; de aquí que si todas las variables indicadoras toman el valor cero querrá decir que el contaminante se encontró en el primer cuartil. Entonces, para este ejemplo, el nombre asignado a estas variables dicotómicas fue  $O_3ayer2$ ,  $O_3ayer3$  y  $O_3ayer4$ , análogamente si nos refiriéramos al efecto del  $NO_2$  medido dos días antes de la consulta, las variables correspondientes serían:  $NO_2ant2$ ,  $NO_2ant3$  y  $NO_2ant4$ , respectivamente.

A continuación presentaremos el análisis realizado sobre las corridas incluídas en el apéndice final de este trabajo.

### 3.2.1 Conclusiones

#### Modelos por Cuartiles

**Infecciones Respiratorias Altas.** Al analizar las corridas presentadas, podemos observar los siguientes puntos:

- En la zona ubicada al sureste de la ciudad (Cerro de la Estrella) no hay evidencia de que el ozono sea un factor de riesgo para el incremento de este tipo de padecimientos (ver tablas 1, 3 y 7), a diferencia de las zonas del suroeste y centro, representadas por Pedregal y Merced respectivamente, donde los niveles de este contaminante evidencian lo contrario. En la zona de la Merced (tabla 1), los niveles de ozono alcanzados un día antes de la visita y dos días antes, afectan de manera importante al número de visitas, de hecho, los riesgos rela-



tivos parecen incrementarse sustancialmente cuando estos niveles aumentan, es decir, de un 5% aproximadamente, llegan a alcanzar hasta un 17.23% cuando el ozono alcanza sus mediciones máximas. En la zona del Pedregal (tabla 7), las cosas se muestran aún más fuertes, pues los incrementos significativos en el riesgo aparecen desde que el ozono muestra niveles bajos, de hecho pareciera que la población de esta zona, tiende a mostrar menos resistencia a este contaminante, pues el porcentaje de incrementos en las visitas se da desde el segundo cuartil en un 26.3% para la medición del día previo a la visita, reduciéndose a un 13.95% y 10.38% al pasar al tercer y cuarto cuartil. Para las mediciones registradas dos días antes de la visita, esta tendencia intracuartílica se mantiene pasando de un 23.61% a un 16.87% y 10.43%.

- El bióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ) nuevamente presenta los niveles de riesgo más altos en la zona del Pedregal (ver tabla 7), además de evidenciar una tendencia creciente cuando este contaminante aumenta: para las mediciones hechas un día antes de la visita, los riesgos relativos son los siguientes: 12.45%, 27.53% y 35.28% siendo muy similares con respecto a los modelos que utilizan mediciones hechas dos días antes: 15.27%, 23.39% y 36.95%. La zona de la Merced (ver tabla 1) muestra la misma tendencia pero con niveles de riesgo notablemente más bajos: efecto protector, incrementos del 6.34% y 5.96% al incluir  $NO_2$  de un día antes, y para dos días de antelación a la visita las estimaciones obtenidas fueron: nuevamente efecto protector e incrementos del 7.01% y 5.63%. Este comportamiento se muestra de manera muy diferente en la zona del Cerro de la Estrella (ver tabla 3) donde el incremento importante en el riesgo se da desde que el  $NO_2$  presenta sus primeros niveles: 11.52% y 9.83% para los contaminantes de un día y dos previos a la visita respectivamente.
- En lo que se refiere a  $SO_2$ , nuevamente Pedregal (ver tabla 7) presenta los riesgos más altos: para los modelos con el contaminante del día previo, las estimaciones de incremento en el riesgo fueron: 16.9%, 55.37% y 24.34% y para el efecto de dos días fueron: 16.89%, 52.62% y 26.60%. Al comparar estas cifras en Cerro de la Estrella y Merced (consultar tablas 3 y 1 respectivamente), ve-

mos que en la primera zona el efecto pareciera presentarse hasta el momento en que el contaminante alcanza sus niveles máximos, causando un riesgo estimado muy similar al tomar los niveles con un día y dos de retraso, siendo éste aproximadamente del 28%. Merced en cambio, presenta niveles ligeramente más bajos (16.14% y 14.83%) pero desde que el contaminante alcanza niveles medios (segundo cuartil).

Cabe recordar que la interpretación de todos estos coeficientes es válida con la afirmación adicional de que esto sucede si los otros contaminantes y variables independientes consideradas permanecieran constantes.

**Infecciones Respiratorias Bajas.** Como pudo observarse en la parte descriptiva del análisis, el número de consultas con este tipo de padecimientos, fue considerablemente menor a aquél presentado por la infecciones respiratorias altas, razón por la cual, en muchas ocasiones la estimación del modelo fue sumamente imprecisa y por lo mismo, descartada; así que, en este apartado aparecerán un número menor de propuestas.

- En la zona del centro de la ciudad, no existe evidencia estadística que nos permita determinar la forma en que los contaminantes influyen sobre este tipo de padecimientos. Esto debe de interpretarse con cuidado, pues no quiere decir que no exista efecto negativo, sino que dada la baja incidencia no pudimos determinar la forma.
- En la zona sureste (Cerro de la Estrella), pudimos estimar únicamente el efecto del  $SO_2$  (ver tabla 4) el cual, al alcanzar sus niveles máximos, presentó un incremento en el riesgo de aproximadamente el 24.5% tanto al estudiar modelos con rezago de un día como con rezago de dos días.
- La zona suroeste (ver tabla 8) nuevamente presenta los mayores riesgos pero como consecuencia de los altos niveles de contaminación tanto de  $O_3$ ,  $NO_2$  y  $SO_2$ . El ozono ocasiona un incremento significativo en el riesgo del 14.84% cuando el día previo a la visita se alcanzan niveles en el segundo cuartil y para

cuando con dos días de anterioridad se alcanzan niveles en el tercer cuartil, entonces el riesgo presenta un aumento significativo del 15.72%. Estos padecimientos se muestran un tanto más resistente al  $NO_2$ , pues para presentar incrementos significativos en el riesgo, es preciso que el contaminante llegue a sus niveles máximos, es decir, cuando esto ocurre, se espera que un día y dos después, el incremento en las consultas médicas sea de un 12.95%<sup>1</sup> y 15.33% respectivamente.

- La población del suroeste parece menos tolerante también al bióxido de azufre (ver tabla 8), pues el riesgo se ve incrementado desde que este contaminante alcanza niveles en el tercer cuartil; cuando esto ocurre, se espera que al día siguiente haya un incremento del 52.29% y dos días después del 52.42%. Estas cifras escandalosamente altas tienden a disminuir si se alcanzan niveles máximos, lo que se podría interpretar como que la gran mayoría de los pacientes susceptibles contraen la enfermedad desde que se registran niveles bajos y de los individuos que mostraron resistencia al padecimiento, un 27% aproximadamente contraerán la infección cuando el contaminante alcanza valores máximos.

Como pudo observarse, los niveles de riesgo se incrementan mucho más fuertemente para las infecciones respiratorias bajas que para las altas, lo cual no debe interpretarse directamente como el número de consultas causadas por cada uno de estos padecimientos, pues los porcentajes se toman con respecto al número de consultas presentadas y éste fue mucho menor para las infecciones de vías respiratorias bajas.

**Modelos de Riesgo Lineal** Este tipo de modelos suponen que el riesgo ocasionado por los niveles de contaminación permanecen constantes, independientemente de cuan altos éstos sean. Esto, evidentemente no parece ser un reflejo de la realidad, sin embargo se decidió correr estos modelos porque evitan la definición arbitraria de las categorías, ya que el tomar los cuartiles como posibles fronteras en la distribución del riesgo, fue respondiendo a una idea intuitiva más que una justificación estadística

<sup>1</sup>A un nivel de significancia del 0.094

de estimación de puntos de cambio. Todos los resultados presentados se calcularon estimando el incremento en el riesgo por un cambio de 50 ppb (partes por billón) del contaminante correspondiente:

- En la zona centro (ver tabla 2) sólo se pudieron estimar estos modelos sobre las infecciones respiratorias altas, en las que se encontró que el ozono presentó incrementos significativos del 5.53% y 5.01% en el número de visitas por cada aumento de 50 ppb. El  $NO_2$  y el  $SO_2$  presentaron un incremento en riesgo relativo del 3.48% y 10.08% respectivamente, con un factor de rezago de dos días.
- En la zona del Cerro de la Estrella (ver tabla 5) sólo el  $SO_2$  presentó incrementos significativos tanto para los padecimientos respiratorios altos como los bajos ocasionando mayor riesgo con dos días de retraso que con uno en las infecciones altas, pues las estimaciones fueron de 3.90% y 6.73% respectivamente y para bajas, sólo fue significativo el de un día de rezago con un incremento del 8.68%; todo lo anterior, relativo a un posible incremento de 50ppb (ver tabla 6).
- A diferencia de los modelos por cuartiles en los que la zona suroeste fue alarmantemente más riesgosa (consultar tabla 9); al plantear modelos de riesgos continuos este comportamiento se diluyó un poco. El  $SO_2$  no muestra efecto significativo en ninguno de los padecimientos estudiados y para el ozono y el  $NO_2$  se presenta un riesgo mayor con dos días de retraso que con uno solo. Para el  $O_3$  las estimaciones fueron de 4.05% y 8.49% y para el bióxido de nitrógeno 7.28% y 16.36%.

### 3.3 Análisis sobre el Grupo Infantil

Cuando se piensa en analizar los efectos de la contaminación sobre la salud de la población capitalina, surge de manera natural la idea de analizar a la población infantil ya que presenta niveles de susceptibilidad y resistencia diferentes al grupo de los adultos. En este estudio, la edad de los pacientes se codificó de manera agrupada,

dé acuerdo a la siguiente tabla:

Grupo	Edad
1	: 0 – 4
2	: 5 – 14
3	: 15 – 44
4	: 45 – 64
5	: mayores de 65

Así, el análisis estratificado en la subpoblación infantil, incluyó a los pacientes menores de 14 años y los modelos estudiados fueron ajustados por el grupo de edad correspondiente: 1 y 2.

Las corridas analizadas a continuación se pueden consultar en el apéndice final de esta tesina.

### 3.3.1 Comparativo por Zona

Al analizar conjuntamente las corridas obtenidas, destacan las siguientes observaciones:

- En el análisis de los contaminantes categorizados por cuartiles para las infecciones altas, la zona del Pedregal presenta incrementos de riesgo significativos para los tres contaminantes, a diferencia de la zona de la Merced y Cerro de la Estrella donde para la primera (ver tabla 10), sólo se pudo identificar el efecto negativo de ozono y  $SO_2$  y para la segunda (ver tabla 13), sólo el de  $NO_2$  y  $SO_2$ . Nuevamente la zona del suroeste presenta los niveles más altos en el riesgo estimado (ver tabla 16).
- En la zona del Cerro de la Estrella se repitió lo observado en la muestra completa donde no se pudo cuantificar el riesgo ocasionado por el ozono, en cambio en la zona de la Merced donde el efecto del  $NO_2$  sí se había podido estimar, al estudiar particularmente a la población infantil se pierde el efecto. Esto podría interpretarse posiblemente, como que los adultos están siendo el grupo mayor-

mente afectado en esta zona por el  $NO_2$ , de tal suerte que al estudiar la muestra completa este tendencia domina sobre la resistencia mostrada por los niños.

- Como ya se dijo en el primer punto, Pedregal es la zona más afectada, no obstante si tuviésemos que jerarquizar a las zonas del centro y del sureste, podemos decir que en lo que a  $SO_2$  se refiere, Merced presenta niveles de riesgos menores que Cerro de la Estrella, pero con comportamientos diferentes. La población de la Merced tiende a presentar el incremento antes que en Cerro de la Estrella<sup>2</sup> donde se tienen que alcanzar niveles máximos para que ocurran las visitas.
- En los modelos de riesgo lineal, el ozono parece afectar fundamentalmente a la zona de la Merced y del Pedregal, mostrando la zona central (ver tabla 11) mayor riesgo (incremento de 5.45% por cada aumento de 50 ppb) para modelos con un sólo día de rezago; en cambio para aquéllos de dos días previos, Pedregal muestra un incremento del 9.06% (ver tabla 18). Este contaminante también se hace presente como precursor de las infecciones en vías respiratorias bajas en la zona centro (ver tabla 12), presentando un incremento significativo<sup>3</sup> del riesgo del 14.03% dos días después de registrados esos niveles.
- En lo que se refiere al  $SO_2$ , parece atacar fundamentalmente a la zona sureste (ver tabla 14), donde los modelos continuos estiman un incremento del 3.98% y del 8.95% por cada incremento de 50 ppb, para las visitas de uno y dos días después de la medición respectivamente.

Al comparar los efectos estimados en la sección anterior para toda la población, con los presentados para la población infantil, observamos que, en la mayoría de los casos los riesgos parecen ser menores en los niños que en la muestra total, sobre todo en las zonas de la Merced y del Cerro de la Estrella donde sólo se dan unas cuantas excepciones. En la zona central, el ozono de dos días antes de la visita

<sup>2</sup>Merced: 10.07% para un día antes y 8.22% para dos días antes en el 3er. cuartil. Cerro de la Estrella: 30.95% y 29.53% respectivamente en el 4o. cuartil.

<sup>3</sup>Con un nivel de significancia de 0.0960.

presentó un incremento mayor para las infecciones respiratorias bajas, alcanzando un incremento estimado del 14.03% (tabla 12) por cada 50 ppb y en la población total no se pudo realizar esta estimación; en la zona sureste, el  $SO_2$  de un día antes (ver tabla 15) presentó también mayores riesgos para contraer infecciones respiratorias bajas (11.08%) y en la muestra completa esta estimación fue de 8.68% (ver tabla 6).

Nuevamente Pedregal se muestra como una zona con comportamiento totalmente diferente al resto de la ciudad, pues aquí sí los niños resultan ser el grupo que soporta mucho mayores riesgos que la muestra completa, destacándose los efectos del  $NO_2$  y  $SO_2$ , éste último causando tanto infecciones de vías respiratorias altas como de bajas. Una cosa que resulta un poco extraña en la zona suroeste es que, al tratar de modelar las infecciones respiratorias bajas a través de contaminantes divididos por cuartiles, los modelos que incluyeron al ozono no arrojaron estimaciones razonables, en cambio al estudiar su efecto bajo modelos de riesgo lineal, se detecta como una fuente de riesgo importante alcanzando un riesgo significativo del 8.70% para las mediciones de un día previo (ver tabla 19).

### 3.3.2 Las Tres Zonas

En este apartado, reunimos la información obtenida de las tres zonas analizadas y procedimos a correr exactamente los mismo modelos que en los casos anteriores, con la variable indicadora adicional denominada "hospital", la cual pretendió ajustar el efecto que pudiera ocasionar la zona donde se dió la visita.

Al estudiar esta corrida (ver tabla 20), vemos que los riesgos detectados para las infecciones respiratorias altas en la zona del Pedregal se ven diluídos de manera importante por la presencia de las otras zonas, siendo el  $SO_2$  el contaminante que presenta los mayores riesgos, alcanzando un máximo de 33% cuando este contaminante alcanza niveles del 3er. cuartil dos días antes de la visita. Asimismo se presenta como el único precursor de las infecciones respiratorias bajas (ver tabla 21), con una tendencia creciente sobre los niveles observados: 0.46%, 9.03% y 16.70% en el 2o., 3o. y 4o. cuartil respectivamente, repitiéndose esta tendencia para las mediciones de dos días antes de la consulta pero ligeramente atenuada: 0.57%, 10.85% y 14.88%

respectivamente.

En lo que se refiere a los modelos de riesgo lineal (ver tabla 22), sólo se pudieron ajustar para las infecciones altas encontrándose que el ozono y el  $NO_2$  de un día antes, son los que manifiestan el mayor incremento en el riesgo (4.06% y 0.96% por cada aumento de 50 ppb), sobre todo aumentando las consultas dos días después de haberse presentado: 6.39% y 4.90% respectivamente. El  $SO_2$  también evidencia un efecto de retraso de dos días pero con riesgo menor al de los otros dos contaminantes mencionados (2.3% por incremento de 50ppb).

### **3.4 Análisis Incluyendo Partículas Suspensas**

Como se comentó previamente, la única información que obtuvimos sobre partículas suspendidas fue recabada una vez cada seis días, y puesto que se consideraron las visitas ocurridas al día siguiente de esta medición, nuestra base original fue reducida a una sexta parte aproximadamente. Esta importante reducción motivó la idea de utilizar las tres zonas juntas y no realizar un análisis marginal por zona, puesto que hubiéramos estado trabajando con muestras demasiado pequeñas. No obstante, sí continuamos con la directriz de estudiar al grupo infantil por separado, dadas sus características particulares de enfrentar los factores de riesgo.

Es importante hacer notar, que dado que este análisis se realizó sobre una muestra diferente a la utilizada en todo lo presentado hasta ahora, las comparaciones en los resultados deben hacerse con mucha cautela, ya que estadística y metodológicamente no sería válido hacerlas.

#### **3.4.1 Análisis sobre Toda la Muestra**

A lo largo de todo el análisis realizado con la inclusión de partículas, fue muy sorprendente el efecto tan fuerte que éstas tienen como factor de riesgo, de hecho en muchas ocasiones se observó que su peso es tan avasallador que opaca el efecto marginal de los contaminantes.

En lo que a infecciones respiratorias altas se refiere (ver tabla 23), el efecto del



ozono fue opacado sustancialmente por las partículas, al grado de presentar efectos protectores, que por supuesto no tiene. El  $NO_2$  y  $SO_2$  en cambio, mantuvieron su efecto nocivo en los modelos pese a la fuerte presencia de las partículas; el  $NO_2$  presentó riesgos importantes al alcanzar niveles en el 2o. y 4o. cuartil a diferencia de  $SO_2$  el cual presentó mayores riesgos al alcanzar el 3er. cuartil, no obstante este último fue el que presentó incrementos estimados más altos.

En lo referente a infecciones respiratorias bajas (ver tabla 24), el ozono muestra los mismos efectos protectores observados para los padecimientos de vías respiratorias altas; asimismo, los efectos ocasionados por el  $NO_2$  y  $SO_2$  perdieron significancia y fueron dominados completamente por las partículas suspendidas.

Los modelos que suponen riesgos continuos (ver tabla 25), no difirieron de este comportamiento, sin embargo sí se hicieron presentes las consecuencias de algunos contaminantes, siendo la mayor de éstas la ocasionada por el  $SO_2$  sobre las infecciones de vías respiratorias altas, para el cual se estimó que, en presencia de las partículas, provaría un incremento del 11.74% al día siguiente de las mediciones hechas. En las infecciones de vías bajas (ver tabla 26), el efecto de partículas vuelve a opacar a los contaminantes originando que sus efectos pierdan significancia.

### 3.4.2 Análisis sobre el Grupo Infantil

Al estratificar el análisis sobre el grupo de niños menores de 14 años, se pudo observar que el efecto de las partículas fue mucho más fuerte que el observado sobre la muestra completa, opacando nuevamente el efecto de los contaminantes.

Al estudiar el efecto sobre las infecciones respiratorias altas (ver tabla 27),  $NO_2$  mantuvo la tendencia mostrada en el análisis anterior, en el que los cuartiles más riesgosos fueron el segundo y el cuarto, presentando los siguientes niveles de riesgo; para el día siguiente de la medición, 33.31% y 21.3% respectivamente; y para dos días después, 24.09% y 24.28%. Los efectos estimados de  $SO_2$  fueron más fuertes en el tercer y cuarto cuartil, 29.68% y 12.78% respectivamente. Estos efectos fueron también estimados utilizando los modelos de riesgo lineal (ver tabla 29) en los que se pudo observar que el ozono y el  $NO_2$  presentan un efecto con retraso de dos días y el

$SO_2$  sólo muestra retraso de uno; nuevamente el efecto de partículas vuelve a llevarse el mayor peso sobre la respuesta, no obstante los riesgos estimados fueron de 3.99%, 3.47% y 5.67% respectivamente.

En lo que se refiere a las infecciones respiratorias bajas (ver tabla 28), ningún contaminante logra evidenciar sus efectos nocivos, ni a través de modelos por cuartiles ni a través de aquéllos de riesgo lineal (ver tabla 30), dada la presencia fuertísima del efecto de las partículas. Para el caso de ozono y  $NO_2$ , resultan mostrar efectos protectores y el bióxido de azufre no alcanza valores significativos. Cabe recordar que esto puede deberse entre otras cosas, a que la base reducida en primera instancia por las mediciones semanales de partículas, fue nuevamente reducida al estudiar marginalmente a la población infantil y si además recordamos que las infecciones respiratorias bajas ocurren con mucho menor frecuencia que las altas, resulta que no tenemos información suficiente para proponer modelos que nos permitan entender el efecto ambiental sobre este tipo de padecimientos.

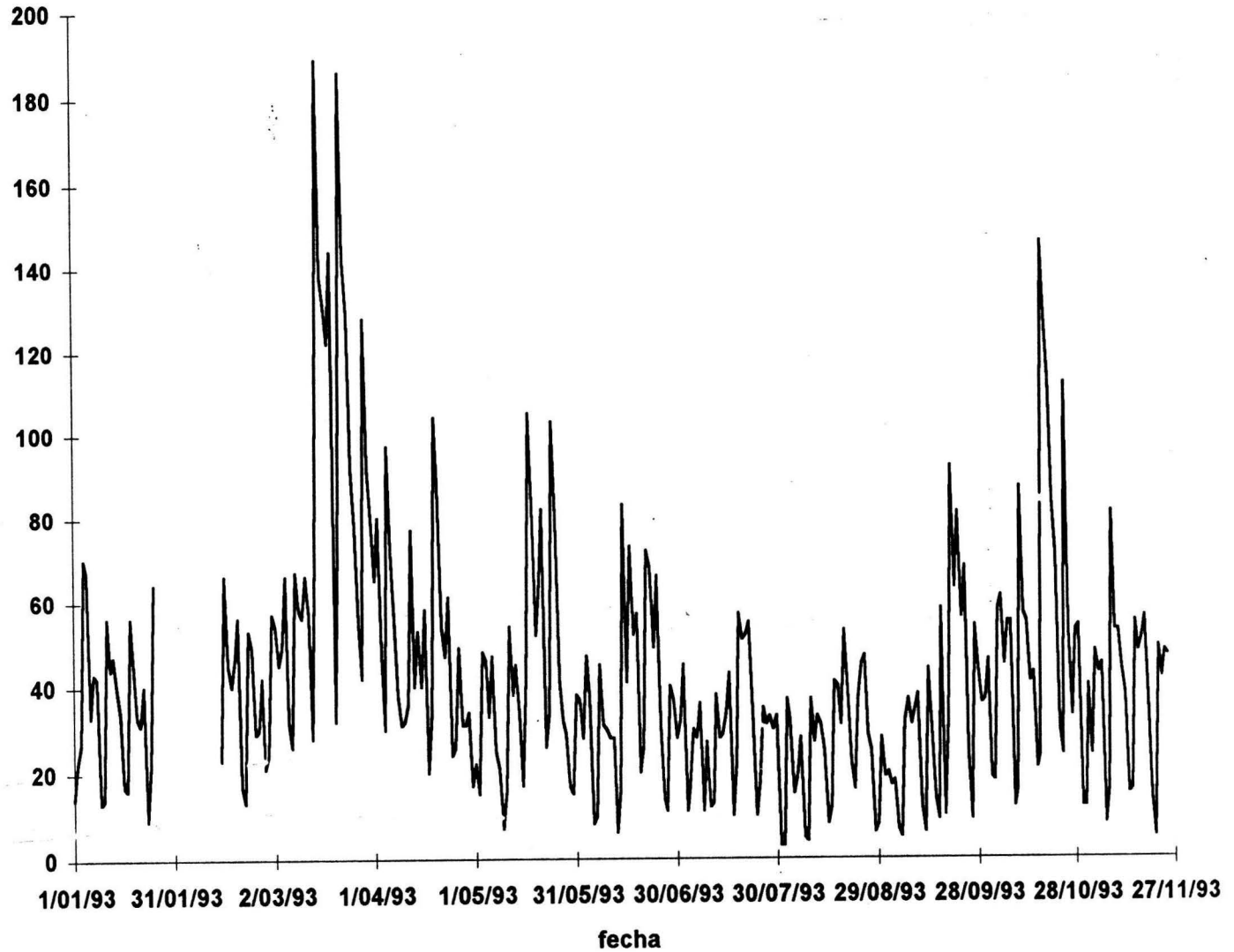
### 3.5 Posibles Extensiones

Dada la riqueza de la información disponible y el problema tan complejo e importante en el que tuvimos la oportunidad de trabajar, este estudio podría extenderse en diversas direcciones de interés, sin embargo hasta ahora pensamos que se destacan fundamentalmente dos. Pensando en la posibilidad de tener resultados a nivel "ciudad" e incrementar el número de visitas observadas con el consecuente aumento de precisión, se podría utilizar el promedio ponderado de las visitas, utilizando como factor de ponderación el número total de visitas en cada uno de los hospitales y estudiarlo como respuesta del promedio de los niveles de contaminación observados en cada zona, incluyendo además las variables de ajuste antes mencionadas. Una segunda extensión posible, podría centrarse en definir alguna variable que acumulara los contaminantes de los días anteriores a la visita, de tal suerte que el número de visitas reportadas fuera considerado no sólo como consecuencia de los altos niveles registrados uno o dos días antes, sino que se incluyera además, los niveles observados en los días previos.

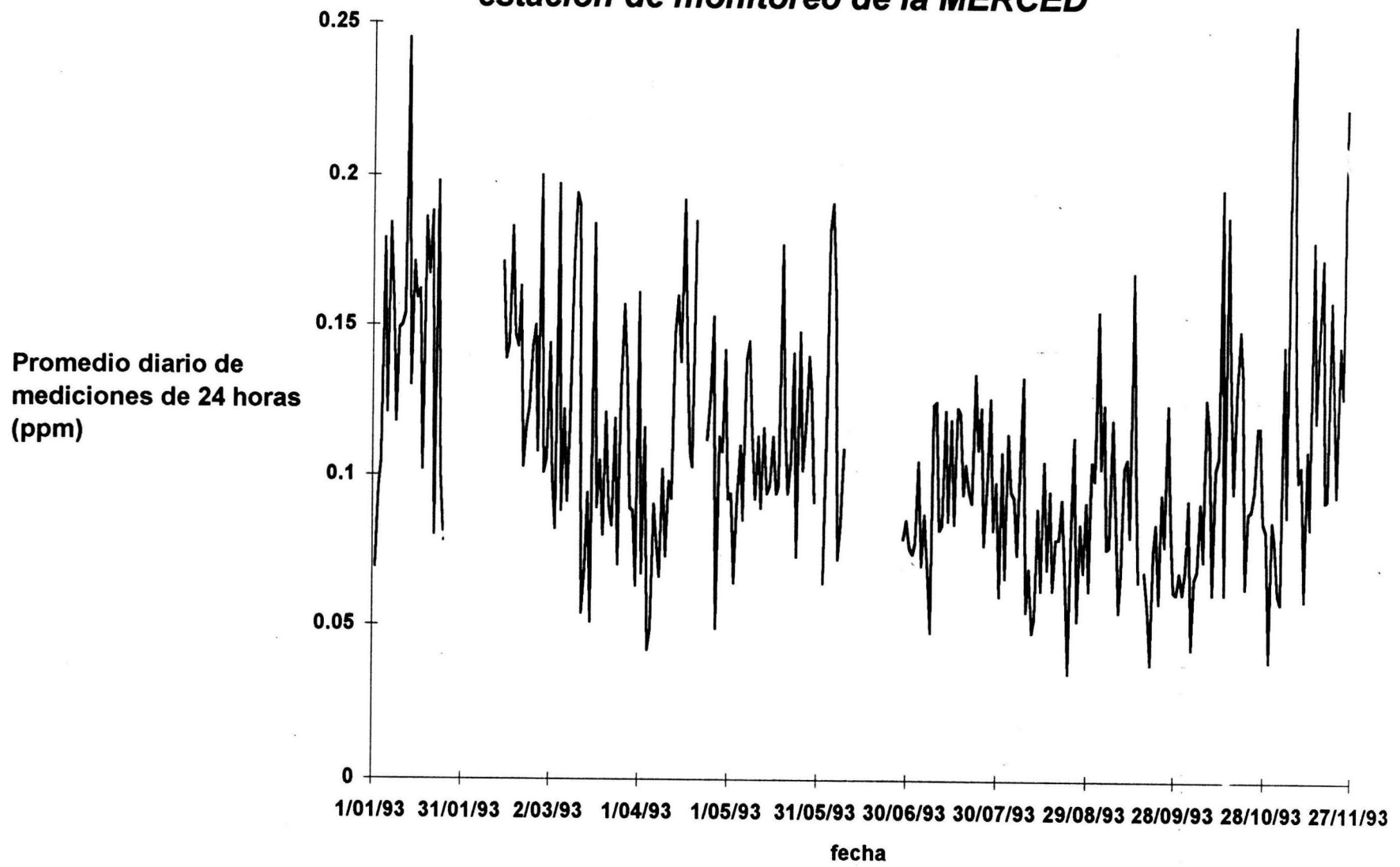
# **Apéndice de gráficas**

**Total de visitas diarias en el servicio de medicina familiar y urgencias  
en la zona de la MERCED**

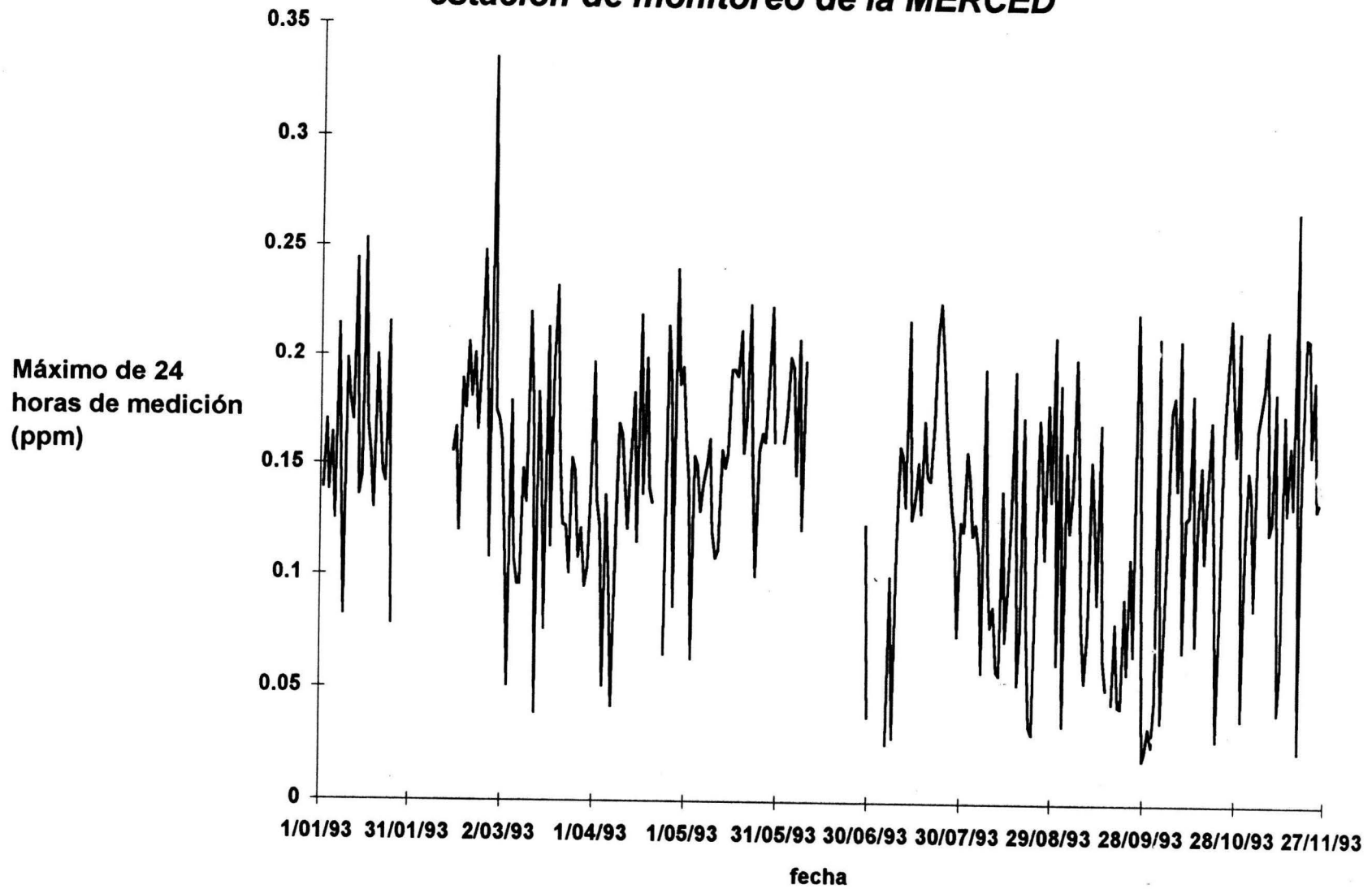
**Número de visitas  
diarias por infecciones  
respiratorias altas**



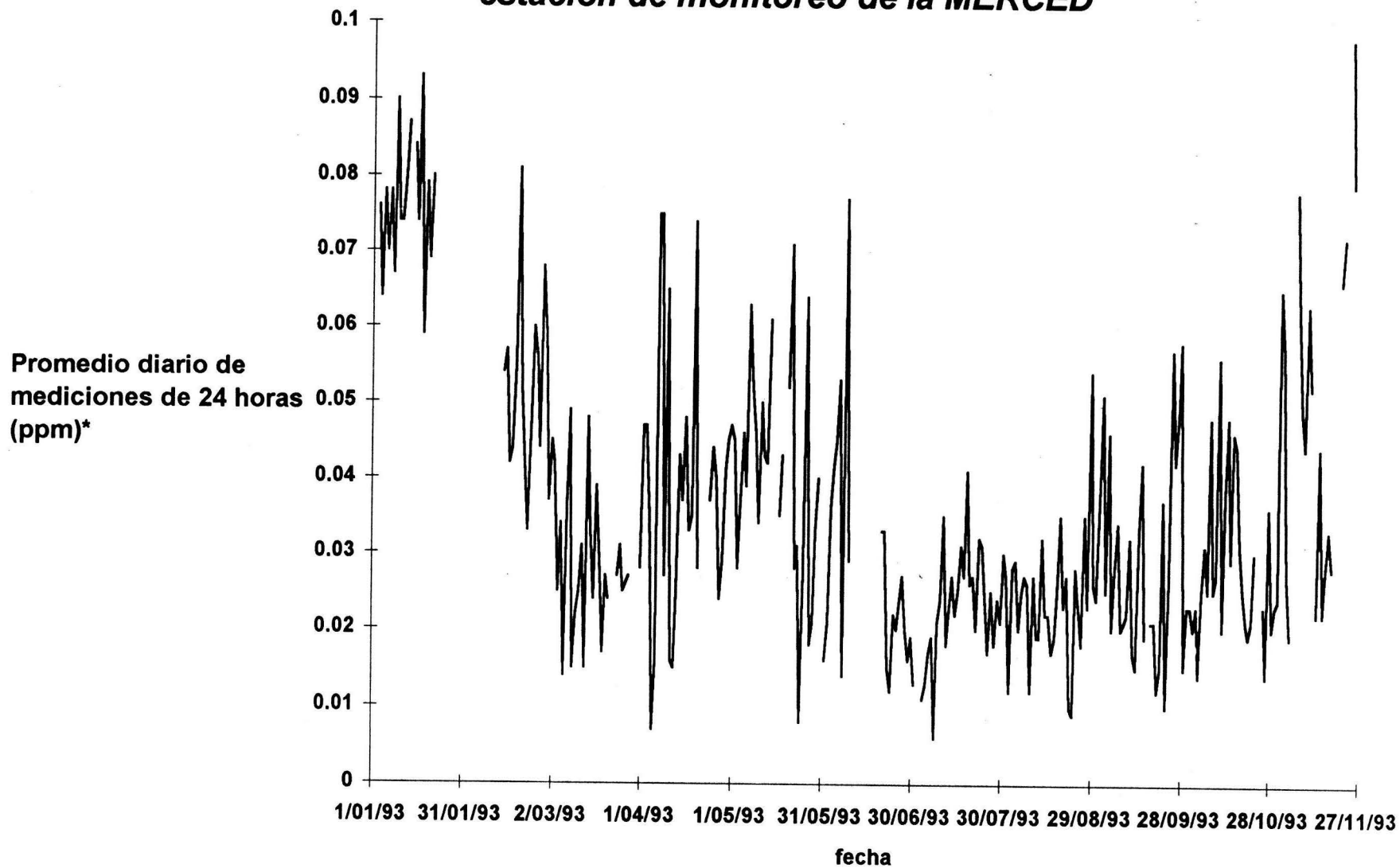
***Niveles de NO2 registrados con un día de retraso a la consulta en el estación de monitoreo de la MERCED***



**Niveles de O3 registrados con un día de retraso a la consulta en el estación de monitoreo de la MERCED**



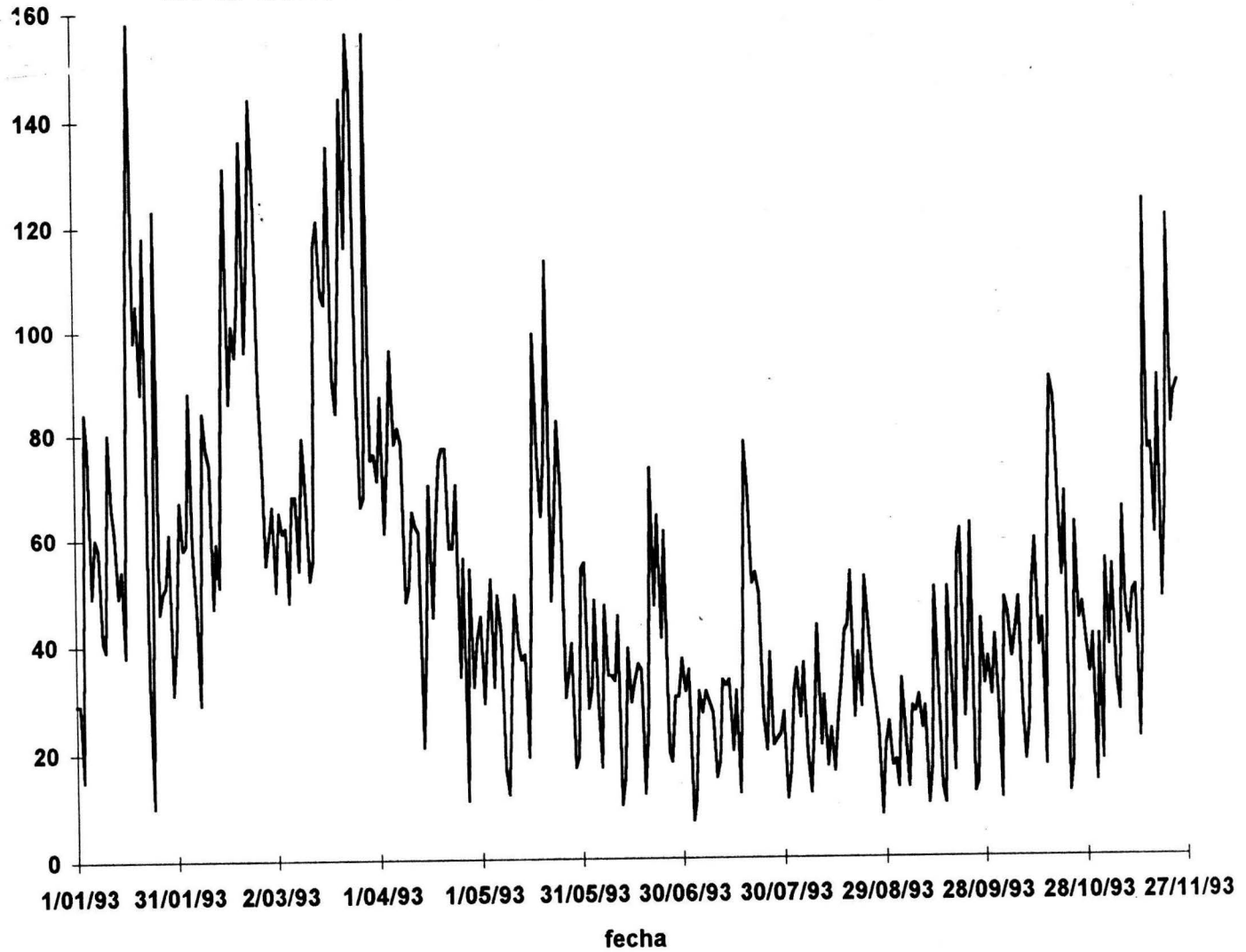
## Niveles de SO<sub>2</sub> registrados con un día de retraso a la consulta en el estación de monitoreo de la MERCED



\* Las observaciones con mediciones mayores a 0.1 ppm fueron eliminadas.

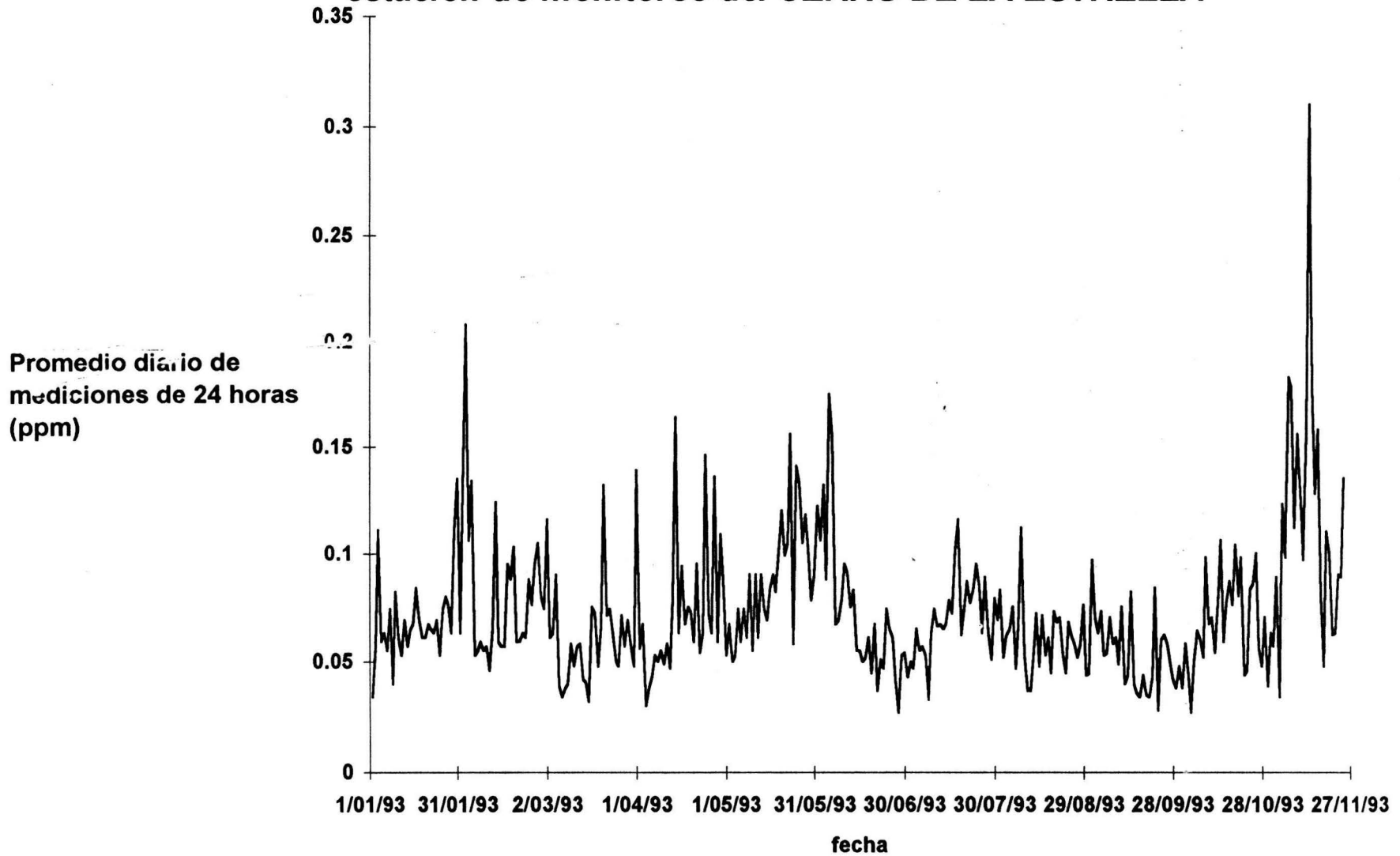
## **Total de visitas diarias en el servicio de medicina familiar y urgencias en la zona del CERRO DE LA ESTRELLA**

**Número de visitas  
diarias por infecciones  
respiratorias altas**

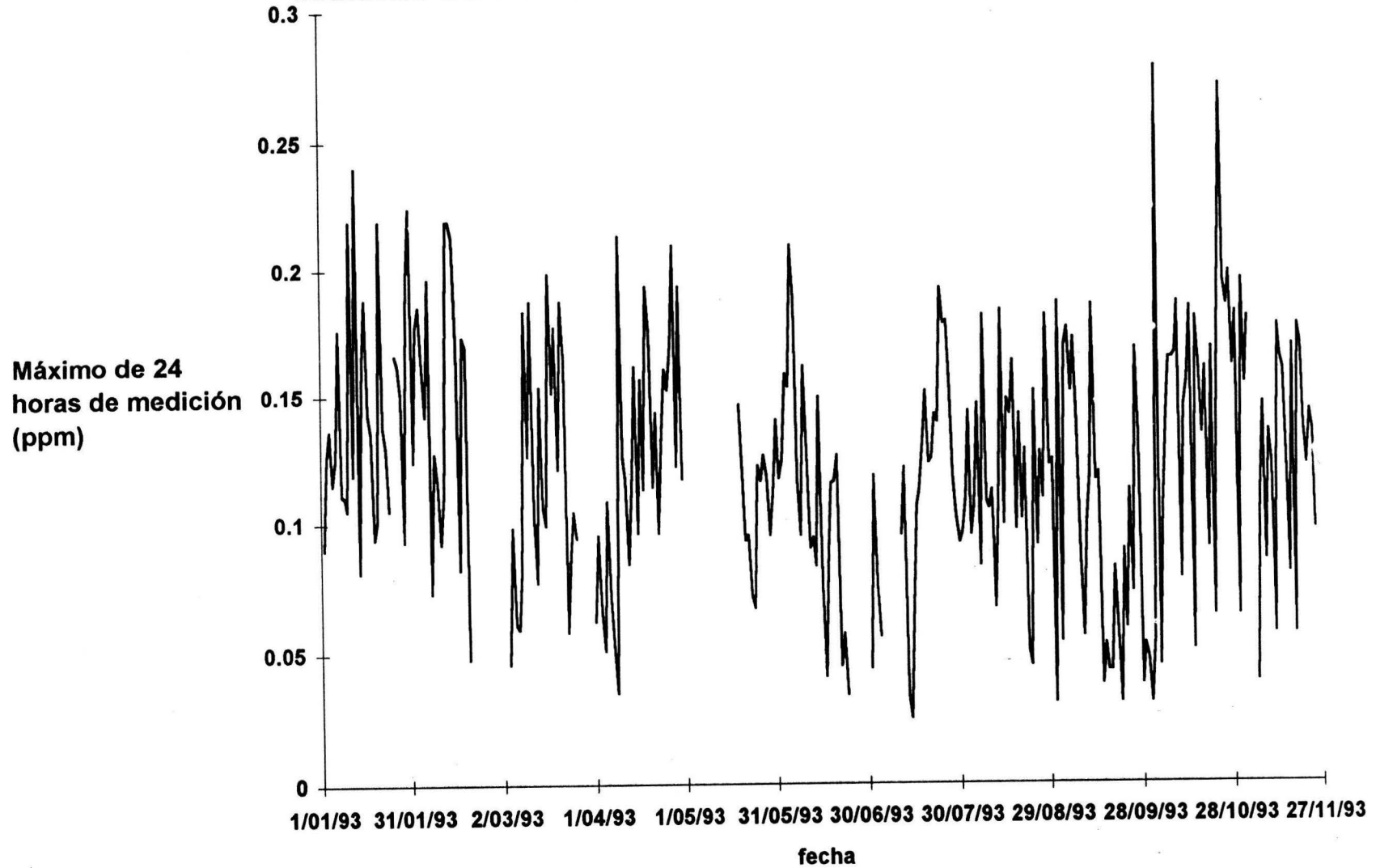




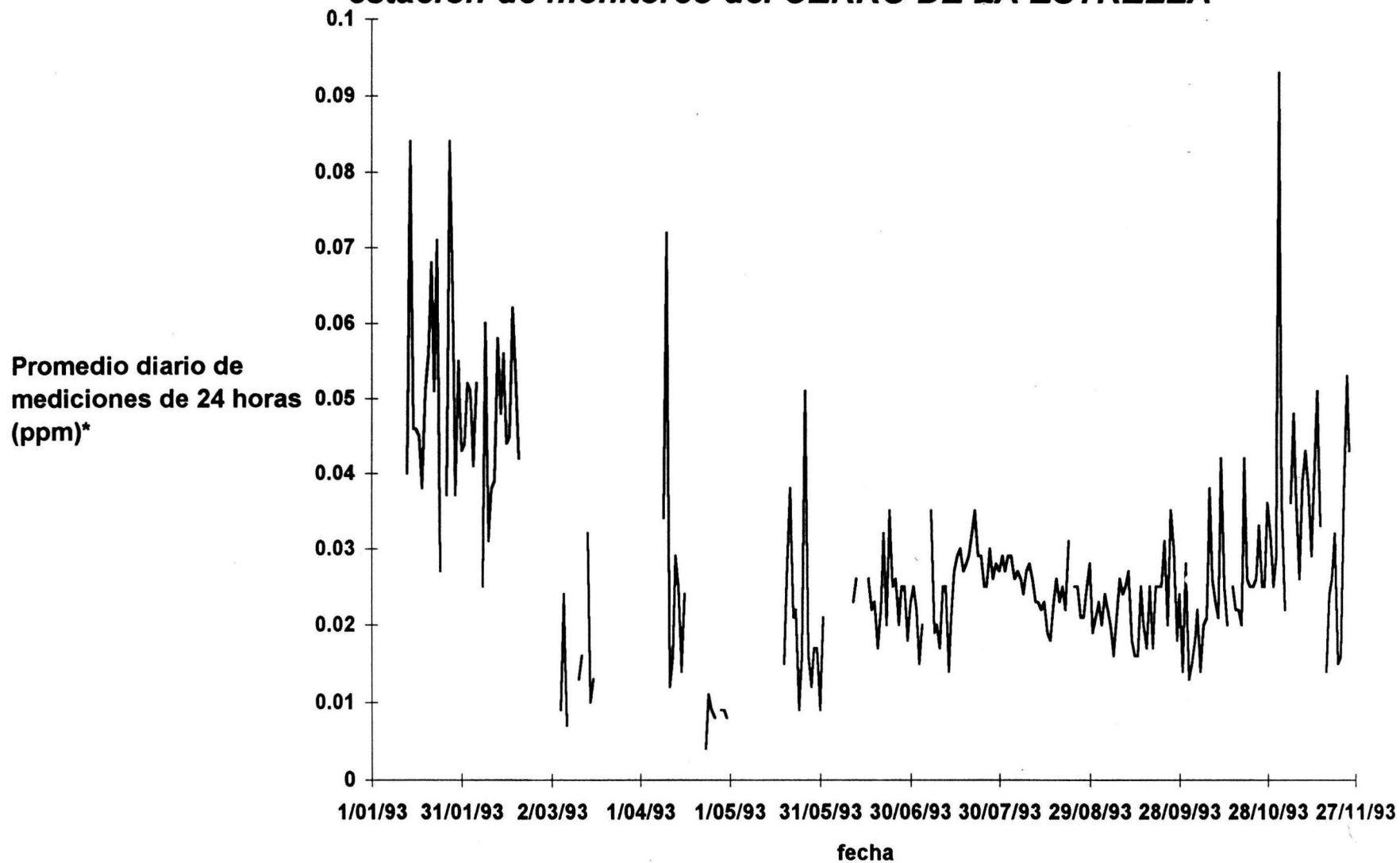
**Niveles de NO<sub>2</sub> registrados con un día de retraso a la consulta en el estación de monitoreo del CERRO DE LA ESTRELLA**



**Niveles de O<sub>3</sub> registrados con un día de retraso a la consulta en el estación de monitoreo del CERRO DE LA ESTRELLA**



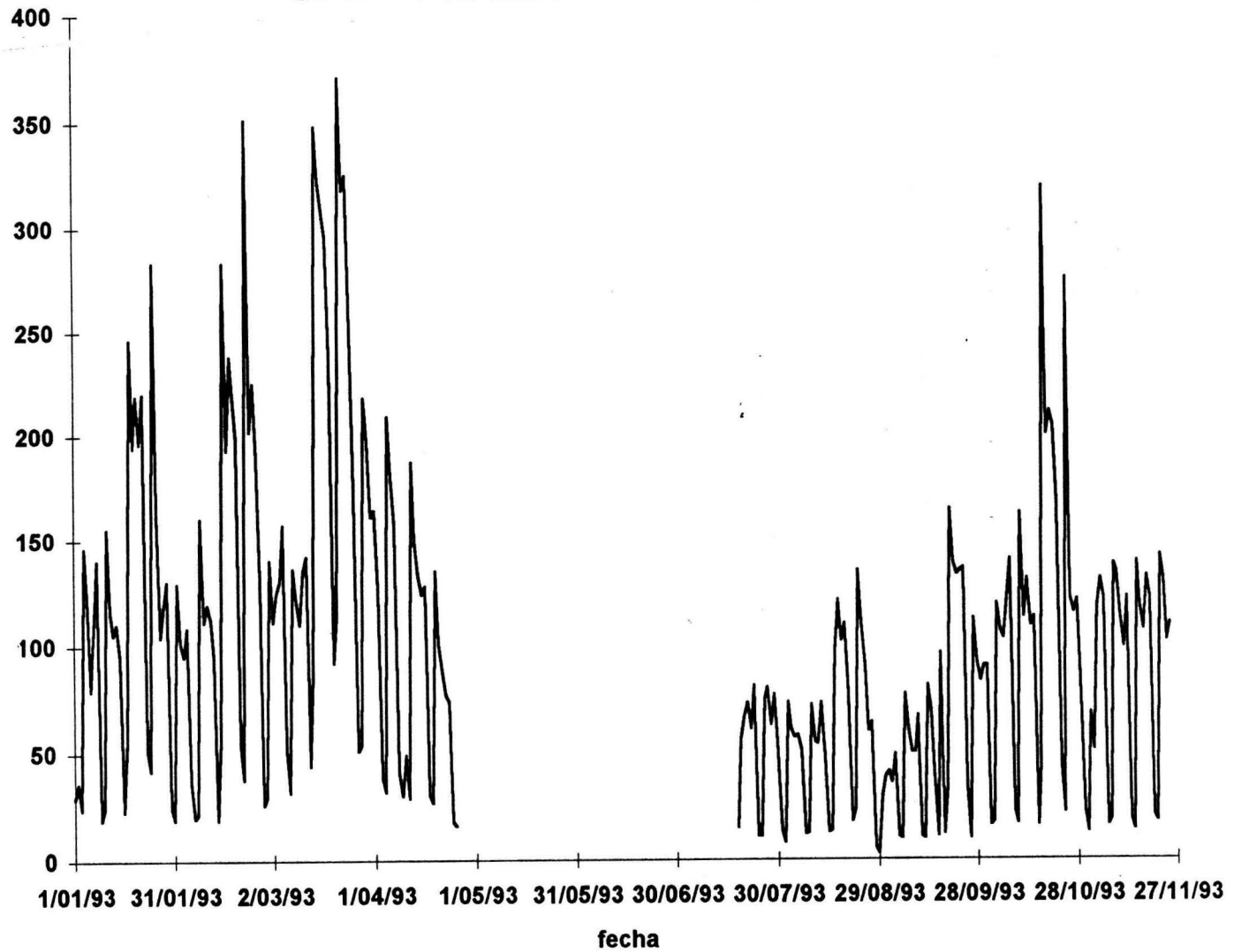
## Niveles de SO<sub>2</sub> registrados con un día de retraso a la consulta en el estación de monitoreo del CERRO DE LA ESTRELLA



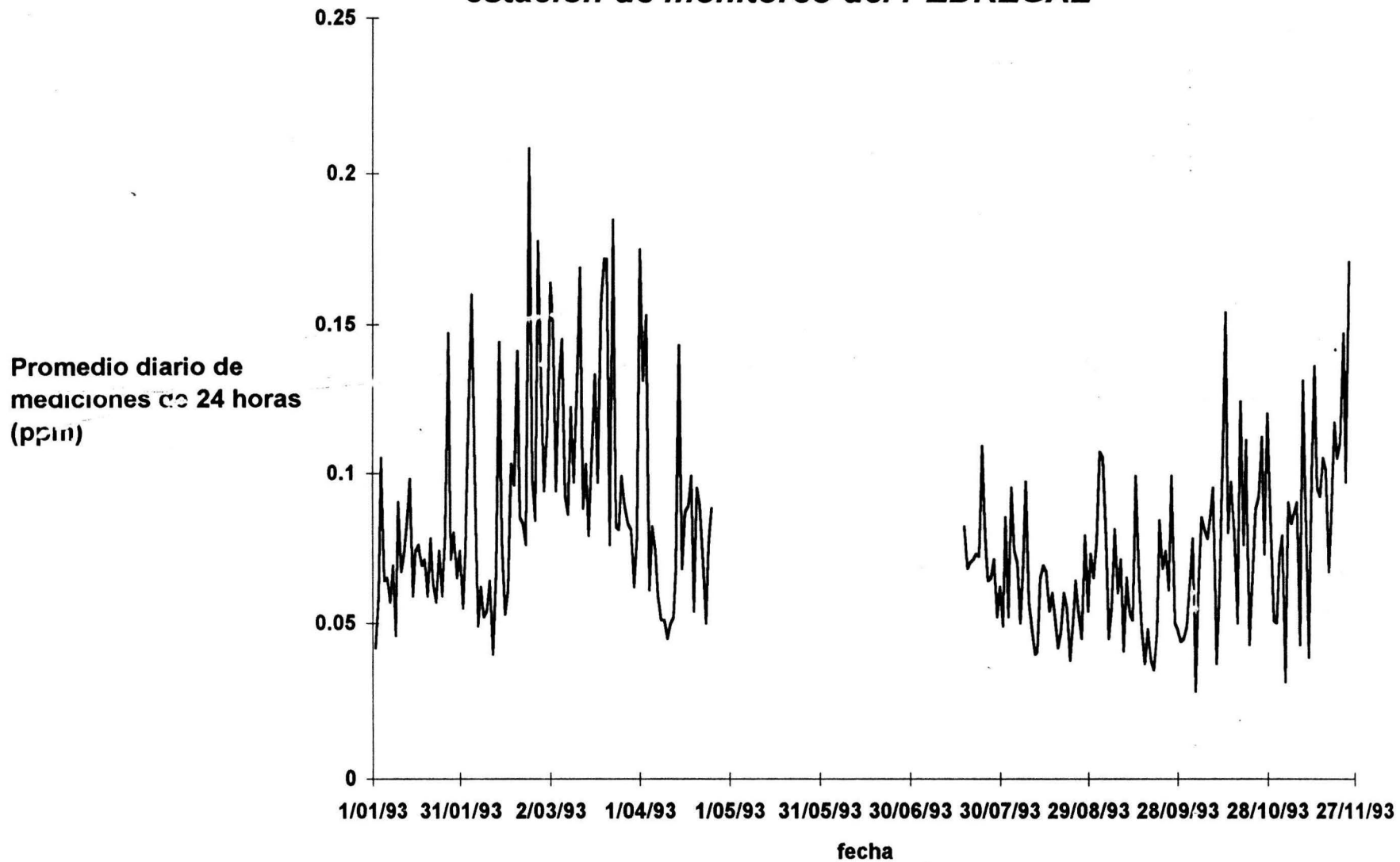
\* Las observaciones con mediciones mayores a 0.1 ppm fueron eliminadas.

## **Total de visitas diarias en el servicio de medicina familiar y urgencias en la zona del PEDREGAL**

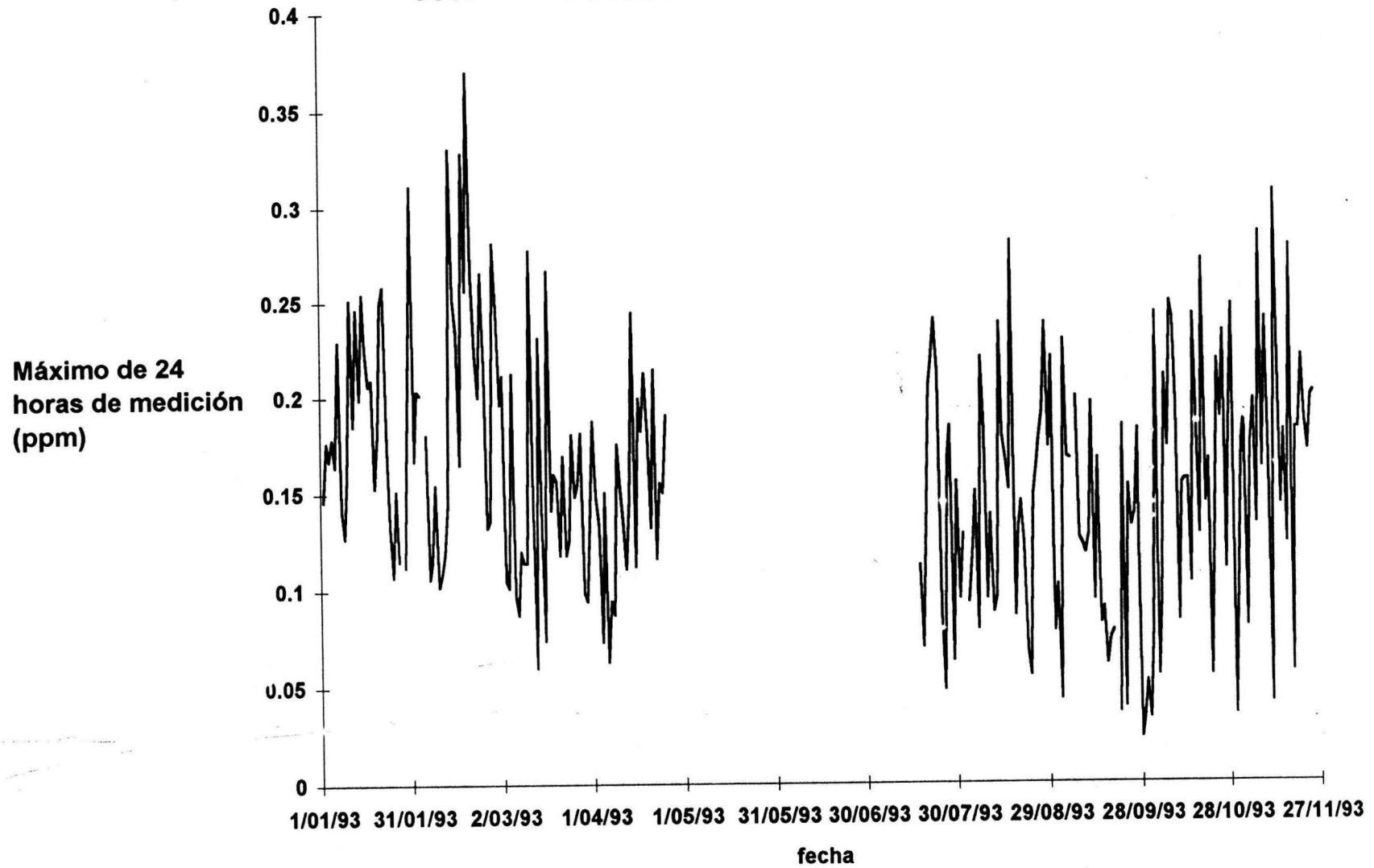
**Número de visitas  
diarias por infecciones  
respiratorias**



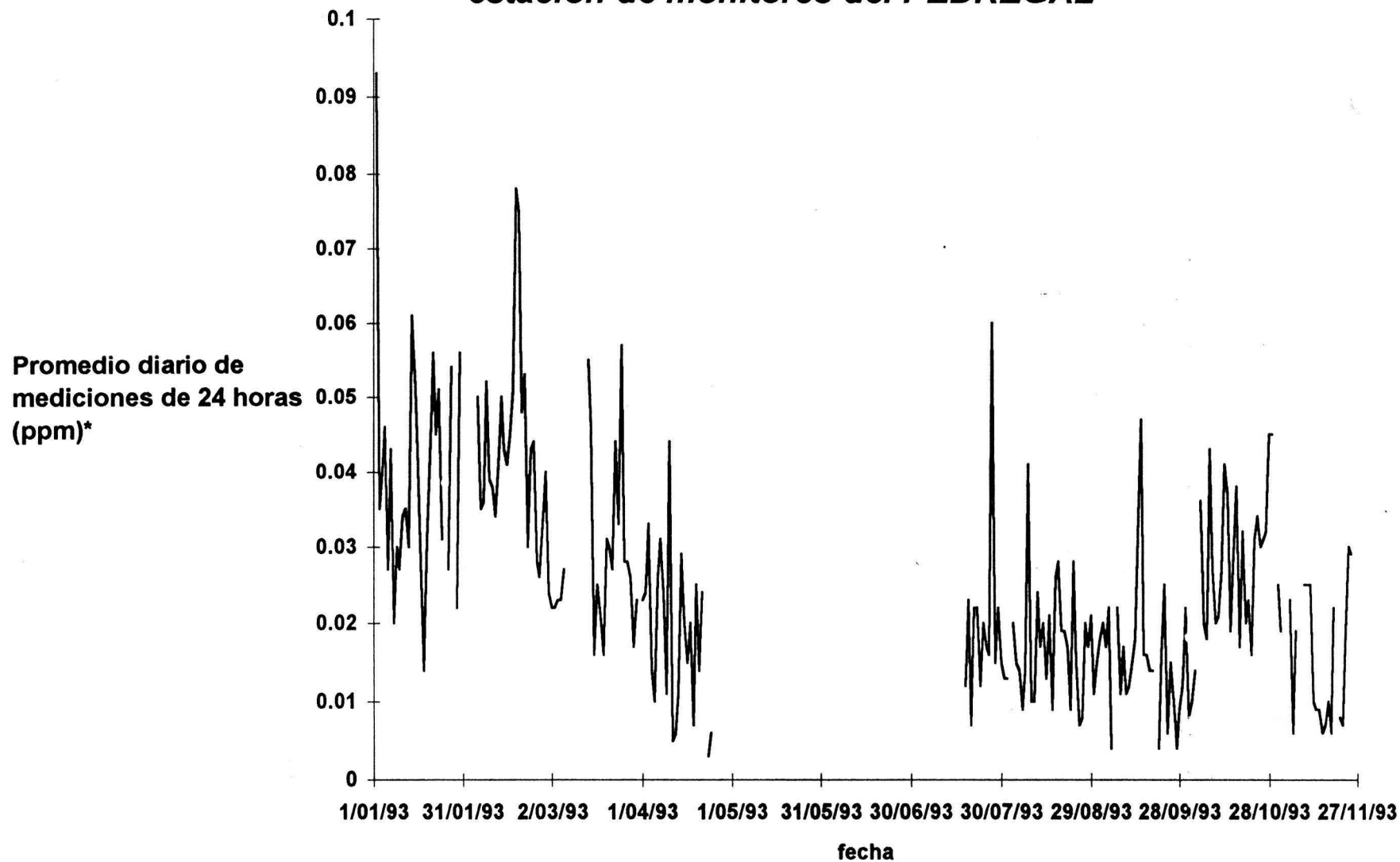
**Niveles de NO<sub>2</sub> registrados con un día de retraso a la consulta en el estación de monitoreo del PEDREGAL**



## ***Niveles de O<sub>3</sub> registrados con un día de retraso a la consulta en el estación de monitoreo del PEDREGAL***



## Niveles de SO<sub>2</sub> registrados con un día de retraso a la consulta en el estación de monitoreo del PEDREGAL



\* Las observaciones con mediciones mayores a 0.1 ppm fueron eliminadas.

# **Apéndice de tablas**



**tabla 1**

## Toda la muestra de la zona centro

*Infecciones Respiratorias Altas*  
*Modelos por cuartiles*

Contam.	Riesgo	Error Std.	z	P> z	[95% Int conf]	
o3ayer2	1.0490	0.0174	2.8870	0.0040	1.0155	1.0836
o3ayer3	1.0495	0.0185	2.7370	0.0060	1.0138	1.0865
o3ayer4	1.1723	0.0255	7.3010	0.0000	1.1233	1.2234
o3ant2	1.0489	0.0173	2.8980	0.0040	1.0156	1.0833
o3ant3	1.0497	0.0187	2.7200	0.0070	1.0136	1.0870
o3ant4	1.1723	0.0255	7.3010	0.0000	1.1233	1.2234
no2ayer2	0.8953	0.0310	3.1950	0.0010	0.8365	0.9581
no2ayer3	1.0634	0.0339	1.9280	0.0540	0.9990	1.1319
no2ayer4	1.0596	0.0330	1.8590	0.0630	0.9968	1.1263
no2ant2	0.9079	0.0311	2.8240	0.0050	0.8490	0.9709
no2ant3	1.0701	0.0345	2.1050	0.0350	1.0047	1.1398
no2ant4	1.0563	0.0328	1.7640	0.0780	0.9939	1.1226
so2ayer2	0.9117	0.0319	2.6390	0.0080	0.8512	0.9765
so2ayer3	1.1614	0.0370	4.6990	0.0000	1.0911	1.2362
so2ayer4	0.9574	0.0312	1.3340	0.1820	0.8981	1.0206
so2ant2	0.9117	0.0319	2.6390	0.0080	0.8512	0.9765
so2ant3	1.1483	0.0365	4.3470	0.0000	1.0789	1.2221
so2ant4	0.9663	0.0316	1.0490	0.2940	0.9063	1.0302

**tabla 2***Infecciones Respiratorias Altas*  
*Modelos de Riesgo Constante*

Contam.	Coef.	Error Std.	z	P> z	[95% Int conf]		Riesgo al aumentar 50 ppb		
					exp(coef*0.05)		Est.	[95% Int conf]	
o3_1	1.0771	0.1261	8.5450	0.0000	0.8300	1.3241	105.53%	104.24%	106.84%
o3_2	0.9780	0.1272	7.6860	0.0000	0.7286	1.2274	105.01%	103.71%	106.33%
no2_1	-0.4552	0.1699	2.6800	0.0070	0.7882	0.1223	97.75%	104.02%	100.61%
no2_2	0.6837	0.1752	3.9030	0.0000	0.3404	1.0270	103.48%	101.72%	105.27%
so2_1	0.1123	0.2297	0.4890	0.6250	0.3379	0.5625	100.56%	101.70%	102.85%
so2_2	1.9209	0.2284	8.4090	0.0000	1.4731	2.3686	110.08%	107.64%	112.57%

**tabla 3****Toda la muestra de la zona sureste***Infecciones Respiratorias Altas**Modelos por cuartiles*

Contam.	Riesgo	Error Std.	z	P> z	[95% Int conf]	
no2ayer2	1.1152	0.0188	6.4690	0.0000	1.0789	1.1526
no2ayer3	0.9632	0.0174	2.0800	0.0380	0.9297	0.9978
no2ayer4	0.9635	0.0180	1.9870	0.0470	0.9288	0.9995
no2ant2	1.0983	0.0178	5.7820	0.0000	1.0639	1.1338
no2ant3	0.9590	0.0191	2.1080	0.0350	0.9223	0.9971
no2ant4	0.9578	0.0176	2.3410	0.0190	0.9239	0.9930
so2ayer2	0.9423	0.0238	2.3570	0.0180	0.8968	0.9900
so2ayer3	0.8931	0.0200	5.0560	0.0000	0.8548	0.9331
so2ayer4	1.2876	0.0272	11.9740	0.0000	1.2354	1.3420
so2ant2	0.9446	0.0238	2.2570	0.0240	0.8990	0.9925
so2ant3	0.9069	0.0202	4.3810	0.0000	0.8681	0.9474
so2ant4	1.2777	0.0270	11.5910	0.0000	1.2258	1.3317

**tabla 4***Infecciones Respiratorias Bajas*

so2ayer2	1.0607	0.1043	0.6000	0.5490	0.8748	1.2862
so2ayer3	0.9469	0.0849	0.6080	0.5430	0.7943	1.1289
so2ayer4	1.2449	0.1072	2.5450	0.0110	1.0516	1.4738
so2ant2	1.0616	0.1044	0.6080	0.5430	0.8756	1.2872
so2ant3	0.9497	0.0850	0.5770	0.5640	0.7969	1.1317
so2ant4	1.2458	0.1074	2.5500	0.0110	1.0522	1.4751

**tabla 5***Infecciones Respiratorias Altas**Modelos de Riesgo Constante*

Contam.	Coef.	Error Std.	z	P> z	[95% Int conf]		Riesgo al aumentar 50 ppb		
					exp(coef*0.05)		Est.	[95% Int conf]	
so2_1	0.7646	0.1835	4.1670	0.0000	0.4050	1.1243	103.90%	102.05%	105.78%
so2_2	1.3018	0.1834	7.0980	0.0000	0.9423	1.6612	106.73%	104.82%	108.66%

**tabla 6***Infecciones Respiratorias Bajas*

so2_1	1.6641	0.6521	2.5520	0.0110	0.3860	2.9421	108.68%	101.95%	115.85%
-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------

**tabla 7****Toda la muestra de la zona suroeste****Infecciones Respiratorias Altas**  
**Modelos por cuartiles**

Contam.	Riesgo	Error Std.	z	P> z	[95% Int conf]	
o3ayer2	1.2630	0.0167	17.6290	0.0000	1.2307	1.2962
o3ayer3	1.1395	0.0163	9.1320	0.0000	1.1080	1.1719
o3ayer4	1.1038	0.0154	7.0990	0.0000	1.0741	1.1343
o3ant2	1.2361	0.0162	16.1360	0.0000	1.2047	1.2684
o3ant3	1.1687	0.0170	10.7000	0.0000	1.1358	1.2026
o3ant4	1.1043	0.0154	7.1280	0.0000	1.0746	1.1348
no2ayer2	1.1245	0.0168	7.8640	0.0000	1.0921	1.1579
no2ayer3	1.2753	0.0180	17.2010	0.0000	1.2405	1.3112
no2ayer4	1.3528	0.0193	21.1590	0.0000	1.3155	1.3912
no2ant2	1.1527	0.0165	9.9020	0.0000	1.1208	1.1856
no2ant3	1.2339	0.0187	13.8910	0.0000	1.1979	1.2711
no2ant4	1.3695	0.0193	22.3640	0.0000	1.3323	1.4077
so2ayer2	1.1690	0.0174	10.5130	0.0000	1.1355	1.2035
so2ayer3	1.5537	0.0208	32.9200	0.0000	1.5134	1.5949
so2ayer4	1.2434	0.0179	15.1070	0.0000	1.2087	1.2790
so2ant2	1.1689	0.0174	10.5050	0.0000	1.1353	1.2034
so2ant3	1.5262	0.0204	31.6870	0.0000	1.4868	1.5666
so2ant4	1.2660	0.0183	16.2870	0.0000	1.2305	1.3024

**tabla 8****Infecciones Respiratorias Bajas**

o3ayer2	1.1484	0.0798	1.9910	0.0460	1.0022	1.3160
o3ayer3	1.0937	0.0809	1.2110	0.2260	0.9461	1.2644
o3ayer4	1.1092	0.0800	1.4370	0.1510	0.9630	1.2775
o3ant2	1.1031	0.0763	1.4180	0.1560	0.9632	1.2633
o3ant3	1.1572	0.0866	1.9520	0.0510	0.9994	1.3399
o3ant4	1.1124	0.0802	1.4780	0.1390	0.9658	1.2812
no2ayer2	1.0180	0.0758	0.2400	0.8100	0.8798	1.1781
no2ayer3	1.0644	0.0759	0.8750	0.3820	0.9255	1.2241
no2ayer4	1.1295	0.0821	1.6760	0.0940	0.9796	1.3025

**tabla 8 (cont.)**

no2ant2	1.0303	0.0738	0.4170	0.6770	0.8954	1.1855
no2ant3	1.0188	0.0785	0.2410	0.8090	0.8759	1.1849
no2ant4	1.1533	0.0822	2.0000	0.0450	1.0029	1.3262
so2ayer2	1.1248	0.0872	1.5180	0.1290	0.9663	1.3094
so2ayer3	1.5229	0.1061	6.0350	0.0000	1.3284	1.7458
so2ayer4	1.2754	0.0956	3.2470	0.0010	1.1012	1.4772
so2ant2	1.1253	0.0872	1.5220	0.1280	0.9667	1.3099
so2ant3	1.5242	0.1055	6.0890	0.0000	1.3308	1.7456
so2ant4	1.2615	0.0953	3.0740	0.0020	1.0879	1.4629

**tabla 9**

**Infecciones Respiratorias Altas**  
**Modelos de Riesgo Constante**

Contam.	Coef.	Error Std.	z	P> z	[95% Int conf]	Riesgo al aumentar 50 ppb			
						Est.	[95% Int conf]	exp(coef*0.05)	
o3_1	0.7931	0.0705	11.2480	0.0000	0.6549	0.9313	104.05%	103.33%	104.77%
o3_2	1.6290	0.0723	22.5390	0.0000	1.4873	1.7706	108.49%	107.72%	109.26%
no2_1	1.4047	0.1276	11.0130	0.0000	1.1547	1.6547	107.28%	105.94%	108.63%
no2_2	3.0302	0.1393	21.7590	0.0000	2.7573	3.3032	116.36%	114.78%	117.96%

**tabla 10**

**Niños de la zona centro**

**Infecciones Respiratorias Altas**  
**Modelos por cuartiles**

Contam.	Riesgo	Error Std.	z	P> z	[95% Int conf]	
o3ayer2	1.0617	0.0274	2.3170	0.0200	1.0093	1.1169
o3ayer3	0.9964	0.0277	0.1300	0.8970	0.9435	1.0523
o3ayer4	1.1330	0.0390	3.6310	0.0000	1.0591	1.2120
o3ant2	1.0554	0.0271	2.0980	0.0360	1.0035	1.1100
o3ant3	1.0025	0.0282	0.0880	0.9300	0.9488	1.0592
o3ant4	1.1332	0.0390	3.6370	0.0000	1.0594	1.2123
so2ayer2	0.8502	0.0455	3.0340	0.0020	0.7655	0.9442
so2ayer3	1.1007	0.0530	1.9910	0.0460	1.0015	1.2097
so2ayer4	0.8838	0.0438	2.4940	0.0130	0.8020	0.9739
so2ant2	0.8502	0.0455	3.0330	0.0020	0.7656	0.9442
so2ant3	1.0822	0.0521	1.6410	0.1010	0.9848	1.1893
so2ant4	0.8986	0.0446	2.1530	0.0310	0.8153	0.9905

**tabla 11**

*Infecciones Respiratorias Altas  
Modelos de Riesgo Constante*

Contam.	Coef.	Error Std.	z	P> z	[95% Int conf]	Riesgo al aumentar 50 ppb			
						Est.	[95% Int conf]	exp(coef*0.05)	
o3_1	1.0614	0.1977	5.3680	0.0000	0.6738	1.4489	105.45%	100.99%	130.787%
o3_2	0.9564	0.1988	4.8110	0.0000	0.5667	1.3460	104.90%	101.00%	127.195%
no2_2	0.6258	0.2726	2.2950	0.0220	0.0915	1.1601	103.18%	101.37%	112.159%
so2_2	1.6122	0.3580	4.5030	0.0000	0.9105	2.3139	108.39%	101.81%	125.251%

**tabla 12**

*Infecciones Respiratorias Bajas*

o3_2	2.6257	1.5758	1.6660	0.0960	0.4628	5.7142	114.03%	108.20%	108.687%
------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	----------

**tabla 13**

**Niños de la zona sureste**

*Infecciones Respiratorias Altas  
Modelos por cuartiles*

Contam.	Riesgo	Error Std.	z	P> z	[95% Int conf]	
no2ayer2	1.0654	0.0285	2.3720	0.0180	1.0111	1.1227
no2ayer3	0.8588	0.0251	5.2150	0.0000	0.8110	0.9093
no2ayer4	0.8986	0.0268	3.5860	0.0000	0.8475	0.9527
no2ant2	1.0463	0.0269	1.7610	0.0780	0.9949	1.1003
no2ant3	0.8366	0.0272	5.4850	0.0000	0.7849	0.8916
no2ant4	0.8949	0.0263	3.7830	0.0000	0.8448	0.9479
so2ayer2	0.9037	0.0355	2.5750	0.0100	0.8367	0.9761
so2ayer3	0.8194	0.0287	5.6780	0.0000	0.7649	0.8777
so2ayer4	1.3095	0.0427	8.2700	0.0000	1.2285	1.3960
so2ant2	0.9067	0.0357	2.4900	0.0130	0.8395	0.9794
so2ant3	0.8382	0.0293	5.0490	0.0000	0.7827	0.8976
so2ant4	1.2953	0.0423	7.9230	0.0000	1.2150	1.3809

**tabla 14****Infecciones Respiratorias Altas  
Modelos de Riesgo Constante**

Contam.	Coef.	Error Std.	z	P> z	[95% Int conf]		Riesgo al aumentar 50 ppb		
					[95% Int conf]		Est.	[95% Int conf]	
							exp(coef*0.05)		
so2_1	0.7808	0.2910	2.6830	0.0070	0.2104	1.3512	103.98%	101.47%	114.356%
so2_2	1.7149	0.2887	5.9410	0.0000	1.1491	2.2806	108.95%	101.45%	134.588%

**tabla 15****Infecciones Respiratorias Bajas**

so2_1	2.1017	0.9622	2.1840	0.0290	0.2158	3.9876	111.08%	104.93%	111.539%
-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	----------

**tabla 16****Niños de la zona suroeste****Infecciones Respiratorias Altas  
Modelos por cuartiles**

Contam.	Riesgo	Error Std.	z	P> z	[95% Int conf]	
o3ayer2	1.2142	0.0255	9.2310	0.0000	1.1652	1.2653
o3ayer3	1.1148	0.0252	4.8050	0.0000	1.0665	1.1653
o3ayer4	1.1300	0.0247	5.6000	0.0000	1.0827	1.1794
o3ant2	1.1897	0.0248	8.3330	0.0000	1.1421	1.2393
o3ant3	1.1426	0.0263	5.7830	0.0000	1.0921	1.1953
o3ant4	1.1304	0.0247	5.6160	0.0000	1.0831	1.1799
no2ayer2	1.1643	0.0282	6.2860	0.0000	1.1104	1.2209
no2ayer3	1.3760	0.0311	14.1180	0.0000	1.3163	1.4383
no2ayer4	1.4556	0.0333	16.4300	0.0000	1.3919	1.5223
no2ant2	1.1928	0.0277	7.5880	0.0000	1.1397	1.2484
no2ant3	1.3574	0.0326	12.7070	0.0000	1.2949	1.4230
no2ant4	1.4667	0.0330	17.0040	0.0000	1.4033	1.5329
so2ayer2	1.1586	0.0277	6.1530	0.0000	1.1055	1.2142
so2ayer3	1.6093	0.0344	22.2680	0.0000	1.5433	1.6782
so2ayer4	1.2641	0.0290	10.2240	0.0000	1.2086	1.3222
so2ant2	1.1585	0.0277	6.1500	0.0000	1.1054	1.2141
so2ant3	1.5773	0.0336	21.3940	0.0000	1.5128	1.6446
so2ant4	1.2895	0.0297	11.0470	0.0000	1.2326	1.3490

**tabla 17****Infecciones Respiratorias Bajas**

so2ayer2	1.0914	0.1556	0.6130	0.5400	0.8253	1.4432
so2ayer3	1.5795	0.1986	3.6340	0.0000	1.2344	2.0210
so2ayer4	1.4011	0.1859	2.5420	0.0110	1.0803	1.8172
so2ant2	1.0923	0.1557	0.6190	0.5360	0.8260	1.4445
so2ant3	1.6051	0.1999	3.7990	0.0000	1.2574	2.0490
so2ant4	1.3584	0.1820	2.2860	0.0220	1.0447	1.7664

**tabla 18****Infecciones Respiratorias Altas  
Modelos de Riesgo Constante**

Contam.	Coef.	Error Std.	z	P> z	[95% Int conf]	Riesgo al aumentar 50 ppb			
						Est.	[95% Int conf]	exp(coef*0.05)	
o3_1	0.9120	0.1121	8.1330	0.0000	0.6922	1.1317	104.67%	100.56%	150.178%
o3_2	1.7351	0.1139	15.2350	0.0000	1.5119	1.9584	109.06%	100.57%	214.202%
no2_1	1.8121	0.2005	9.0400	0.0000	1.4192	2.2050	109.48%	101.01%	157.145%
no2_2	3.4990	0.2180	16.0530	0.0000	3.0718	3.9263	119.12%	101.10%	223.145%

**tabla 19****Infecciones Respiratorias Bajas**

o3_1	1.6678	0.6551	2.5460	0.0110	0.3837	2.9518	108.70%	103.33%	113.576%
o3_2	1.0477	0.6703	1.5630	0.1180	0.2661	2.3615	105.38%	103.41%	108.128%

**tabla 20****Niños de las tres zonas****Infecciones Respiratorias Altas  
Modelos por cuartiles**

Contam.	Riesgo	Error Std.	z	P> z	[95% Int conf]	
o3ayer2	1.0758	0.0143	5.4850	0.0000	1.0481	1.1043
o3ayer3	0.9878	0.0142	0.8540	0.3930	0.9603	1.0161
o3ayer4	1.0557	0.0169	3.3890	0.0010	1.0231	1.0893
o3ant2	1.0642	0.0141	4.6980	0.0000	1.0369	1.0922
o3ant3	0.9991	0.0146	0.0620	0.9510	0.9709	1.0281
o3ant4	1.0561	0.0169	3.4110	0.0010	1.0235	1.0897

**tabla 20 (cont.)**

no2ayer2	1.0808	0.0179	4.6790	0.0000	1.0462	1.1165
no2ayer3	1.1563	0.0181	9.2630	0.0000	1.1213	1.1924
no2ayer4	1.1963	0.0189	11.3710	0.0000	1.1599	1.2339
no2ant2	1.0889	0.0174	5.3220	0.0000	1.0553	1.1236
no2ant3	1.1400	0.0190	7.8490	0.0000	1.1033	1.1779
no2ant4	1.2082	0.0187	12.1880	0.0000	1.1720	1.2455
so2ayer2	1.1006	0.0206	5.1190	0.0000	1.0610	1.1418
so2ayer3	1.3372	0.0222	17.5040	0.0000	1.2944	1.3814
so2ayer4	1.2551	0.0214	13.3410	0.0000	1.2139	1.2978
so2ant2	1.1002	0.0206	5.0970	0.0000	1.0605	1.1413
so2ant3	1.3261	0.0219	17.0710	0.0000	1.2838	1.3698
so2ant4	1.2652	0.0216	13.7500	0.0000	1.2235	1.3084

**tabla 21****Infecciones Respiratorias Bajas**

so2ayer2	1.0046	0.0992	0.0460	0.9630	0.8279	1.2190
so2ayer3	1.0903	0.0959	0.9830	0.3260	0.9177	1.2953
so2ayer4	1.1670	0.1027	1.7560	0.0790	0.9822	1.3866
so2ant2	1.0057	0.0993	0.0570	0.9540	0.8288	1.2204
so2ant3	1.1085	0.0967	1.1810	0.2380	0.9343	1.3153
so2ant4	1.1488	0.1017	1.5670	0.1170	0.9658	1.3665

**tabla 22****Infecciones Respiratorias Altas  
Modelos de Riesgo Constante**

Contam.	Coef.	Error Std.	z	P> z	[95% Int conf]	Riesgo al aumentar 50 ppb			
						Est.	[95% Int conf]	exp(coef*0.05)	
o3_1	0.7959	0.0891	8.9360	0.0000	0.6213	0.9705	104.06%	100.45%	156.330%
o3_2	1.2384	0.0892	13.8860	0.0000	1.0636	1.4132	106.39%	100.45%	200.231%
ro2_1	0.1902	0.1364	1.3940	0.1630	0.0772	0.4576	100.96%	100.68%	107.219%
no2_2	0.9576	0.1416	6.7630	0.0000	0.6801	1.2352	104.90%	100.71%	140.235%
so2_2	0.4554	0.1738	2.6210	0.0090	0.1149	0.7960	102.30%	100.87%	114.002%



tabla 23

## Modelos con partículas, toda la muestra

### *Infecciones Respiratorias Altas* *Modelos por cuartiles*

Contarn.	Riesgo	Error Std.	z	P> z	[95% Int conf]		Riesgo al aumentar 100 mgr/m3		
					Est.	[95% Int conf]	Est.	[95% Int conf]	exp(ln(riesgo)*100)
o3ayer2	0.9727	0.0218	1.2330	0.2180	0.9308	1.0165			
o3ayer3	0.9791	0.0221	0.9350	0.3500	0.9367	1.0234			
o3ayer4	0.8499	0.0228	6.0670	0.0000	0.8064	0.8958			
partic	1.0064	0.0003	24.7790	0.0000	1.0059	1.0069	189.32%	180.00%	1.9912
o3ant2	0.9495	0.0210	2.3370	0.0190	0.9091	0.9917			
o3ant3	1.0081	0.0231	0.3500	0.7260	0.9638	1.0543			
o3ant4	0.8460	0.0227	6.2330	0.0000	0.8027	0.8917			
partic	1.0065	0.0003	24.9510	0.0000	1.0060	1.0070	190.62%	181.20%	2.0055
no2ayer2	1.2818	0.0336	9.4590	0.0000	1.2175	1.3495			
no2ayer3	1.0686	0.0280	2.5360	0.0110	1.0152	1.1249			
no2ayer4	1.2113	0.0306	7.5900	0.0000	1.1528	1.2728			
partic	1.0058	0.0003	22.1590	0.0000	1.0053	1.0063	178.27%	169.37%	1.8761
no2ant2	1.1958	0.0308	6.9450	0.0000	1.1369	1.2577			
no2ant3	1.0925	0.0308	3.1430	0.0020	1.0339	1.1545			
no2ant4	1.2243	0.0303	8.1680	0.0000	1.1663	1.2852			
partic	1.0058	0.0003	22.2900	0.0000	1.0053	1.0063	177.56%	168.81%	1.8676
so2ayer2	1.0715	0.0384	1.9250	0.0540	0.9988	1.1496			
so2ayer3	1.3433	0.0446	8.8830	0.0000	1.2586	1.4336			
so2ayer4	1.0684	0.0387	1.8260	0.0680	0.9952	1.1469			
partic	1.0064	0.0003	24.9310	0.0000	1.0059	1.0069	188.70%	179.51%	1.9835
so2ant2	1.0715	0.0384	1.9250	0.0540	0.9988	1.1496			
so2ant3	1.3433	0.0446	8.8830	0.0000	1.2586	1.4336			
so2ant4	1.0684	0.0387	1.8260	0.0680	0.9952	1.1469			
partic	1.0064	0.0003	24.9310	0.0000	1.0059	1.0069	188.70%	179.51%	1.9835

tabla 24

### *Infecciones Respiratorias Bajas*

o3ayer2	1.0031	0.1094	0.0280	0.9770	0.8100	1.2422			
o3ayer3	0.9742	0.1072	0.2380	0.8120	0.7851	1.2088			
o3ayer4	0.6939	0.0988	2.5670	0.0100	0.5250	0.9172			
partic	1.0036	0.0012	2.9340	0.0030	1.0012	1.0060	143.30%	112.69%	1.8225

**tabla 24 (cont.)**

o3ant2	1.0059	0.1081	0.0550	0.9560	0.8148	1.2418			
o3ant3	0.9691	0.1086	0.2800	0.7790	0.7781	1.2070			
o3ant4	0.6946	0.0989	2.5590	0.0100	0.5255	0.9182			
partic	1.0036	0.0012	2.9020	0.0040	1.0012	1.0060	142.97%	112.30%	1.8201
no2ayer2	1.2368	0.1485	1.7700	0.0770	0.9774	1.5649			
no2ayer3	0.9075	0.1110	0.7940	0.4270	0.7141	1.1532			
no2ayer4	1.0473	0.1251	0.3870	0.6990	0.8286	1.3236			
partic	1.0031	0.0013	2.4770	0.0130	1.0006	1.0056	136.32%	106.68%	1.7419
no2ant2	1.1120	0.1299	0.9090	0.3640	0.8844	1.3980			
no2ant3	0.9705	0.1289	0.2260	0.8220	0.7481	1.2590			
no2ant4	1.0443	0.1220	0.3710	0.7100	0.8306	1.3131			
partic	1.0032	0.0012	2.5670	0.0100	1.0008	1.0056	137.63%	107.85%	1.7563
so2ayer2	1.0281	0.1767	0.1310	0.8720	0.7342	1.4398			
so2ayer3	1.2351	0.1933	1.3490	0.1770	0.9088	1.6784			
so2ayer4	0.9675	0.1628	0.1970	0.8440	0.6956	1.3455			
partic	1.0040	0.0012	3.2310	0.0010	1.0016	1.0064	149.08%	117.01%	1.8994
so2ant2	1.0281	0.1767	0.1610	0.8720	0.7342	1.4398			
so2ant3	1.2351	0.1933	1.3490	0.1770	0.9088	1.6784			
so2ant4	0.9675	0.1628	0.1970	0.8440	0.6956	1.3455			
partic	1.0040	0.0012	3.2310	0.0010	1.0016	1.0064	149.08%	117.01%	1.8994

**tabla 25**

**Infecciones Respiratorias Altas**  
**Modelos de Riesgo Constante**

Contam.	Coef.	Error Std.	z	P> z	[95% Int conf]		Riesgo por 50 ppb el cont. y por cada 100 mg/m3 de partic cont: exp(coef*.05) partic: exp(coef*100)		
					Est.	[95% Int conf]	Est.	[95% Int conf]	Est.
o3_1	0.4896	0.1559	3.1410	0.0020	0.1841	0.7950	102.48%	100.92%	104.06%
partic	0.0058	0.0003	22.0930	0.0000	0.0053	0.0063	179.02%	170.00%	188.51%
o3_?	0.7589	0.1724	4.4020	0.0000	0.4210	1.0968	103.87%	102.13%	105.64%
partic	0.0063	0.0003	24.5790	0.0000	0.0058	0.0068	188.32%	179.05%	198.06%
no2_1	0.1558	0.2838	0.5490	0.5830	0.4003	0.7120	100.78%	102.02%	103.62%
partic	0.0061	0.0003	23.3840	0.0000	0.0055	0.0066	183.25%	174.18%	192.80%
no2_2	0.9319	0.2316	4.0240	0.0000	1.3858	0.4780	104.77%	107.17%	102.42%
partic	0.0062	0.0003	24.3350	0.0000	0.0057	0.0067	185.22%	176.25%	194.64%
so2_1	2.2203	0.4573	4.8550	0.0000	3.1165	1.3240	111.74%	116.86%	106.84%
partic	0.0060	0.0003	22.0400	0.0000	0.0055	0.0066	183.07%	173.49%	193.19%
so2_2	1.5488	0.5449	2.8430	0.0040	2.6167	0.4809	108.05%	113.98%	102.43%
partic	0.0066	0.0003	23.6500	0.0000	0.0060	0.0071	192.54%	182.37%	203.29%

tabla 26

## Infecciones Respiratorias Bajas

o3_1	1.0804	0.7621	1.4180	0.1560	0.4133	2.5742	105.55%	102.09%	113.74%
partic	0.0028	0.0013	2.2510	0.0240	0.0004	0.0053	132.62%	103.72%	169.57%
o3_2	1.1627	0.8867	1.3110	0.1900	0.5752	2.9005	105.99%	102.92%	115.61%
partic	0.0034	0.0012	2.7860	0.0050	0.0010	0.0058	140.38%	110.58%	178.22%
no2_1	1.4583	1.4501	1.0060	0.3150	1.3839	4.3004	107.56%	107.16%	123.99%
partic	0.0030	0.0013	2.3490	0.0190	0.0005	0.0054	134.44%	105.03%	172.09%
no2_2	1.5635	1.0158	1.5390	0.1240	0.4274	3.5544	108.13%	102.16%	119.45%
partic	0.0031	0.0012	2.6280	0.0090	0.0008	0.0055	136.99%	108.33%	173.25%
so2_1	2.8237	2.0714	1.3630	0.1730	6.8835	1.2361	115.16%	141.08%	106.38%
partic	0.0027	0.0014	1.9510	0.0510	0.0000	0.0053	130.48%	100.12%	170.46%
so2_2	0.4746	2.6001	0.1830	0.8550	4.6215	5.5706	102.40%	126.00%	132.12%
partic	0.0031	0.0014	2.2400	0.0250	0.0004	0.0058	136.08%	103.92%	178.19%

tabla 27

Modelos con partículas,  
niñosInfecciones Respiratorias Altas  
Modelos por cuartiles

Contam.	Riesgo	Error Std.	z	P> z	[95% Int conf]		Riesgo al aumentar 100 mgr/m3		
					Est.	[95% Int conf]	Est.	[95% Int conf]	exp(ln(riesgo)*100)
o3ayer2	0.8997	0.0322	2.9550	0.0030	0.8388	0.9650			
o3ayer3	0.8852	0.0321	3.3650	0.0010	0.8245	0.9503			
o3ayer4	0.7736	0.0327	6.0790	0.0000	0.7122	0.8404			
partic	1.0075	0.0004	17.9850	0.0000	1.0067	1.0084	212.05%	195.38%	230.16%
o3ant2	0.8783	0.0310	3.6780	0.0000	0.8196	0.9412			
o3ant3	0.9102	0.0335	2.5600	0.0100	0.8469	0.9782			
o3ant4	0.7707	0.0326	6.1640	0.0000	0.7094	0.8372			
partic	1.0076	0.0004	18.0400	0.0000	1.0068	1.0084	213.11%	196.29%	231.38%
no2ayer2	1.3331	0.0565	6.7820	0.0000	1.2268	1.4485			
no2ayer3	1.0782	0.0455	1.7860	0.0740	0.9927	1.1710			
no2ayer4	1.2130	0.0495	4.7290	0.0000	1.1197	1.3141			
partic	1.0068	0.0004	16.0650	0.0000	1.0060	1.0076	197.23%	181.54%	214.25%
no2ant2	1.2409	0.0515	5.2000	0.0000	1.1439	1.3460			
no2ant3	1.0669	0.0488	1.4160	0.1570	0.9754	1.1670			
no2ant4	1.2428	0.0497	5.4330	0.0000	1.1491	1.3441			
partic	1.0067	0.0004	15.9360	0.0000	1.0058	1.0075	194.37%	179.10%	209.92%

**tabla 27 (cont.)**

so2ayer2	0.9955	0.0580	0.0770	0.9380	0.8880	1.1160			
so2ayer3	1.2968	0.0696	4.8420	0.0000	1.1673	1.4407			
so2ayer4	1.1278	0.0652	2.0800	0.0380	1.0070	1.2632			
partic	1.0071	0.0004	16.9850	0.0000	1.0062	1.0079	201.92%	186.20%	218.98%
so2ant2	0.9955	0.0580	0.0770	0.9380	0.8880	1.1160			
so2ant3	1.2968	0.0696	4.8420	0.0000	1.1673	1.4407			
so2ant4	1.1278	0.0652	2.0800	0.0380	1.0070	1.2632			
partic	1.0071	0.0004	16.9850	0.0000	1.0062	1.0079	201.92%	186.20%	218.98%

**tabla 28***Infecciones Respiratorias Bajas*

o3ayer2	0.8077	0.1557	1.1080	0.2680	0.5537	1.1784			
o3ayer3	0.6400	0.1348	2.1190	0.0340	0.4235	0.9671			
o3ayer4	0.4175	0.1125	3.2410	0.0010	0.2462	0.7081			
partic	1.0057	0.0023	2.4850	0.0130	1.0012	1.0101	175.74%	112.64%	274.18%
o3ant2	0.7703	0.1478	1.3600	0.1740	0.5289	1.1219			
o3ant3	0.6750	0.1427	1.8590	0.0630	0.4460	1.0216			
o3ant4	0.4134	0.1115	3.2740	0.0010	0.2437	0.7015			
partic	1.0058	0.0023	2.5150	0.0120	1.0013	1.0103	177.58%	113.50%	277.81%
no2ayer2	1.0431	0.2320	0.1900	0.8500	0.6745	1.6129			
no2ayer3	0.7988	0.1796	0.9990	0.3180	0.5142	1.2410			
no2ayer4	0.8674	0.1938	0.6370	0.5240	0.5598	1.3440			
partic	1.0050	0.0023	2.1450	0.0320	1.0004	1.0095	163.90%	104.35%	257.44%
no2ant2	0.9228	0.1999	0.3710	0.7110	0.6036	1.4109			
no2ant3	0.8554	0.2100	0.6360	0.5250	0.5286	1.3841			
no2ant4	0.8896	0.1930	0.5390	0.5900	0.5814	1.3612			
partic	1.0049	0.0023	2.1290	0.0330	1.0004	1.0094	162.60%	103.92%	254.40%
so2ayer2	1.0472	0.3716	0.1300	0.8970	0.5224	2.0991			
so2ayer3	1.3941	0.4481	1.0330	0.3010	0.7424	2.6176			
so2ayer4	0.8720	0.2998	0.3980	0.6900	0.4445	1.7107			
partic	1.0060	0.0023	2.6700	0.0080	1.0016	1.0105	182.12%	117.29%	282.80%
so2ant2	1.0472	0.3716	0.1300	0.8970	0.5224	2.0991			
so2ant3	1.3941	0.4481	1.0330	0.3010	0.7424	2.6176			
so2ant4	0.8720	0.2998	0.3980	0.6900	0.4445	1.7107			
partic	1.0060	0.0023	2.6700	0.0080	1.0016	1.0105	182.12%	117.29%	282.80%

tabla 29

*Infecciones Respiratorias Altas  
Modelos de Riesgo Constante*

Contam.	Coef.	Error Std.	z	P> z	[95% Int conf]		Riesgo por 50 ppb el cont. y por cada 100 mg/m <sup>3</sup> de partic		
							cont:	exp(coef*.05)	partic:
							Est.	[95% Int conf]	
o3_1	0.0889	0.2515	0.3530	0.7240	0.5818	0.4040	100.45%	102.95%	102.04%
partic	0.0070	0.0004	16.5480	0.0000	0.0062	0.0079	201.89%	185.77%	219.41%
o3_2	0.7833	0.2788	2.8090	0.0050	0.2368	1.3298	103.99%	101.19%	106.87%
partic	0.0072	0.0004	17.3310	0.0000	0.0064	0.0080	205.88%	189.73%	223.40%
no2_1	0.2675	0.4518	0.5920	0.5540	1.1531	0.6180	101.35%	105.94%	103.14%
partic	0.0071	0.0004	16.9650	0.0000	0.0063	0.0079	203.13%	187.16%	220.46%
no2_2	0.6823	0.3680	1.8540	0.0640	1.4036	0.0391	103.47%	107.27%	100.20%
partic	0.0071	0.0004	17.3550	0.0000	0.0063	0.0079	203.64%	187.92%	220.67%
so2_1	1.1031	0.6839	1.6130	0.1070	2.4435	0.2372	105.67%	113.00%	101.19%
partic	0.0073	0.0004	16.2920	0.0000	0.0064	0.0081	206.60%	189.33%	225.44%
so2_2	0.9022	0.8394	1.0750	0.2820	2.5473	0.7430	104.61%	113.58%	103.78%
partic	0.0077	0.0004	17.1660	0.0000	0.0068	0.0086	215.59%	197.48%	235.35%

tabla 30

*Infecciones Respiratorias Bajas*

o3_1	1.1461	1.4471	0.7920	0.4280	1.6901	3.9823	105.90%	108.82%	122.03%
partic	0.0043	0.0023	1.8950	0.0580	0.0001	0.0088	153.87%	101.49%	240.28%
o3_2	1.2443	1.6937	0.7350	0.4630	2.0753	4.5638	106.42%	110.93%	125.63%
partic	0.0047	0.0022	2.1290	0.0330	0.0004	0.0090	160.03%	103.81%	246.69%
no2_1	3.8629	2.5715	1.5020	0.1330	1.1772	8.9031	121.31%	106.06%	156.07%
partic	0.0039	0.0023	1.6830	0.0920	0.0006	0.0084	147.41%	106.58%	231.59%
no2_2	2.7403	1.8075	1.5160	0.1300	0.8024	6.2829	114.68%	104.09%	136.91%
partic	0.0043	0.0022	2.0030	0.0450	0.0001	0.0086	154.33%	100.93%	235.99%
so2_1	4.4866	4.3888	1.0220	0.3070	13.0886	4.1154	125.15%	192.40%	122.85%
partic	0.0044	0.0024	1.8480	0.0650	0.0003	0.0091	155.75%	102.71%	249.15%
so2_2	2.3862	5.0383	0.4740	0.6360	12.2611	7.4888	112.67%	184.61%	145.42%
partic	0.0044	0.0024	1.8300	0.0670	0.0003	0.0092	155.84%	103.21%	250.65%

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Arnold, S.F, *Mathematical Statistic*, Prentice-Hall. Nueva Jersey, 1990.
- [2] Breslow, N. E., Day, N. E., *Statistical Methods in Cancer Research. Volumen I "The Analysis of case-control studies"*, IARC Scientific Publications No. 32, International Agency for Research on Cancer. Lyon, 1980.
- [3] Breslow, N. E., Day, N. E., *Statistical Methods in Cancer Research. Volumen 2 "The Design and Analysis of cohort studies"*, IARC Scientific Publications No. 32, International Agency for Research on Cancer. Lyon, 1980.
- [4] Hosmer, D. W., Lemeshow, S., *Applied Logistic Regression*, John Wiley & Sons, 1989.
- [5] Kotz S., Johnson N. L., *Encyclopedia of Statistical Sciences. Volumen 7*, John Wiley & Sons. 1986.
- [6] Mc Cullagh, P., Nelder, J. A., *Generalized Linear Models*, Chapman & Hall. Gran Bretaña, 1983.

**DONACION**



**BIBLIOTECA  
INSTITUTO DE ECOLOGIA  
UNAM**

**RECIBIDO**  
JUN. 25 1998